GUIDE D'AMÉLIORATION DE LA RÉSISTANCE DES HABITATIONS AUX SÉISMES

SCHL CMHC

AU COEUR DE L'HABITATION

Canada

La SSCHL, principale source de renseignements en matière d'habitation au Canada

La Société canadienne d'hypothèques et de logement s'est engagée à offrir aux Canadiens et aux Canadiennes qualité, abordabilité et choix en matière d'habitation. Depuis plus de 50 ans, elle met à la disposition des Canadiens des moyens de financer l'achat d'une maison et elle favorise l'innovation dans la conception et la technologie du bâtiment résidentiel. Elle a également mis en oeuvre des programmes de logement social destinés à aider le plus démunis. La SCHL a en outre joué un rôle important dans l'expansion du secteur canadien de l'habitation; elle est récemment devenue partenaire de ce secteur et elle s'est engagée à soutenier et a favoriser l'exportation des produits et des services canadiens à l'étranger.

La SCHL se veut l'organisme canadien diffusant le plus de renseignements sur l'habitation, sous forme imprimée ou en version électronique. Elle offre le choix le plus complet de publications, de vidéocassettes, de logiciels, de données et d'analyse. Le secteur canadien de l'habitation se tourne vers la SCHL pour obtenir des renseignements fiables et objectifs sur les techniques de construction, la conception d'habitations, les compétences en affaires, les nouvelles technologies et les tendances du marché.

Les Canadiens savent qu'ils peuvent faire appel à la SCHL pour obtenir des conseils et des renseignements sur l'achat d'une maison, la rénovation résidentielle, les principes de la maison saine, la conception et l'adaptation de logements, et les mesures de sécurité à la maison. On peut facielement accéder aux sources d'information de la SCHL en composant le numéro sans frais, en visitant le site *Web*, ou en communiquant avec les bureaux et points de vente répartis dans tout le pays.

Renseignements :
Tél. : 1 800 668-2642
Téléc. : 613 748-4069
Site *Web* : www.cmhc-schl.gc.ca

La Société canadienne d'hypothèques et de logement appuie la politique du gouvernement fédéral sur l'accès à l'information pour les personnes handicapées. Si vous désirez obtenir la présente publication en des médias substituts, composez le 1 800 668-2642.

100-05933/

GUIDE D'AMÉLIORATION DE LA RÉSISTANCE DES HABITATIONS AUX SÉISMES

La SCHL offre une vaste gamme de renseignements relatifs à l'habitation.
Vous trouverez une liste de publications connexes en troisième de couverture.

This publication is also available in English under the title:
Residential Guide to Earthquake Resistance (NHA 6995)

L'utilisateur qui s'appuie sur les renseignements, le matériel ou les techniques décrits dans le présent ouvrage le fait à ses propres risques. On recommande au lecteur d'évaluer les renseignements, le matériel et les techniques soigneusement et de consulter les ressources professionnelles qui conviennent afin de décider si les renseignements, le matériel et les techniques sont sécuritaires et s'ils s'appliquent à leur cas. La SCHL n'assume aucune responsabilité quant aux conséquences qui découlent de l'usage que fait le lecteur des renseignements, du matériel et des techniques qui y sont décrits. Les photographies qui figurent dans la présente publication sont offertes à titre d'illustration uniquement. Il est possible qu'elles ne représentent pas les normes en vigueur.

Données de catalogage avant publication (Canada)

Vedette principale au titre :

Guide d'amélioration de la résistance des habitations aux séismes

Publ. aussi en anglais sous le titre : Residential guide to earthquake resistance.
Comprend des références bibliographiques.
ISBN 0-660-95955-0
No de cat. NH15-199/1998F

1. Conception parasismique—Guides, manuels, etc.
2. Habitations—Conception et construction.
3. Habitations—Effet des tremblements sur les.
I. Société canadienne d'hypothèques et de logement.

TA658.44R4714 1998 693.8'52 C98-980098-9

© 1998, Société canadienne d'hypothèques et de logement. Tous droits réservés.
La reproduction, l'entreposage ou la transmission d'un extrait quelconque de cet ouvrage, par quelque procédé que ce soit, tant électronique que mécanique, par photocopie ou par microfilm, sont interdits sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement. Tous droits de traduction et d'adaptation réservés pour tous les pays. La traduction d'un extrait quelconque de cet ouvrage est interdite sans l'autorisation préalable écrite de la Société canadienne d'hypothèques et de logement.

Imprimé au Canada
Réalisation : SCHL

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1. Introduction 1
L'avenir appartient aux propriétaires prévoyants 3
Objet du *Guide* 5
Utilisation du *Guide* 7
Points à retenir 9

CHAPITRE 2. Les séismes 11
Qu'est-ce qu'un séisme ? 12
Endroits où surviennent des séismes au Canada 12
Effets des séismes 15
Détection des risques géologiques 17
Détection des risques que présentent les constructions 20

CHAPITRE 3. Réaction des maisons aux séismes 23
Principes de la résistance aux séismes 25
Éléments de la résistance aux séismes 26
La maison en tant qu'entité 28

CHAPITRE 4. Évaluation de la maison 31
Objet de l'évaluation de la maison 32
Caractéristiques des maisons à ossature de bois 32
Utilisation des sections du chapitre et des listes de vérification 33
Travailler avec l'aide des listes de vérification 34
Section A. Évaluation de la propriété immobilière 41
Géologie du terrain et de la région 42
Caractéristiques du terrain 44
Section B. Évaluation de l'extérieur 55
État et construction de l'extérieur 56
Types traditionnels de maisons 58
Géométrie de la maison 64
Matériaux extérieurs 70
Éléments annexés à la maison 76
Ouvertures 80
Section C. Évaluation de la structure intérieure 83
Fondation 84
Ossatures de bois 94
Murets 104
Murs porteurs 108
Poteaux 116
Coins 118
Diaphragmes des planchers et du toit 122
Assemblages structuraux 128

Section D. Évaluation du contenu 161
Mobilier 162
Appareils ménagers 162
Articles entreposés et exposés 164
Appareils d'éclairage et autres dispositifs électriques 164
Installations techniques et équipement 166
Finition intérieure 168
Fenêtres et verre 170

CHAPITRE 5. Détermination de la façon d'améliorer la résistance aux séismes 173
Introduction 174
La décision de rénover 174

CHAPITRE 6. Conclusions 179
Création d'une maison parasismique 180
Mesures à prendre par les architectes 180
Mesures à prendre par les urbanistes 180
Mesures à prendre par les directeurs départementaux de la construction 181
Mesures à prendre par les assureurs 183
Mesures à prendre par les constructeurs 183
Mesures à prendre par les occupants et les propriétaires 183
Résumé des points à retenir 184

ANNEXE A. Ressources et bibliographie A-1

ANNEXE B. Experts-conseils participant à l'architecture parasismique B-1
Experts-conseils B-3
Choix des experts-conseils B-4
Inspection du travail des experts-conseils B-6

ANNEXE C. Détails techniques de l'amélioration parasismique C-1
Détails techniques C-3
Tableau C - 1. Dimensions comparatives des clous C-25
Tableau C - 2. Dimensions comparatives des matériaux plats et des vis C-26

ANNEXE D. Sources de services et de produits parasismiques D-1
Tableau D - 1. Liste des entreprises D-3

ANNEXE E. Conseils sur les rapports avec les entrepreneurs E-1
Questions entourant la décision de faire des réparations E-3
Choix d'un entrepreneur E-3
Vérification de la qualification des entrepreneurs E-3
Signature d'un marché et versements E-3
Inspection des travaux E-4
Cautions et garanties E-5

ANNEXE F. Étude de cas F-1
Inspection de la maison F-4
Examen de la propriété immobilière F-6

Examen de l'extérieur de la maison F-10
Examen de l'intérieur de la maison F-17

ANNEXE G. Glossaire des termes techniques G-1

ANNEXE H. Listes de vérification H-1
Liste de vérification A. Évaluation de la propriété immobilière H-4
Liste de vérification B. Évaluation de l'extérieur H-12
Liste de vérification C. Évaluation de la structure intérieure H-28
Liste de vérification D. Évaluation du contenu H-48

ANNEXE I. Plan directeur de l'amélioration parasismique I-1

ANNEXE J. Contributions J-1

1. INTRODUCTION
L'avenir appartient aux propriétaires prévoyants

Par la préparation, on peut beaucoup aider sa maison à résister aux séismes.

Le présent chapitre aborde le sujet de la résistance des maisons individuelles aux séismes. Il présente la notion de sécurité des personnes et de préservation des immeubles, expose comment une méthode intégrée peut faciliter l'établissement des priorités des améliorations et explique comment le *Guide* est organisé.

Figure 1 - 1 :
Maison à Kobe, Japon, après le tremblement de terre de 1995

L'AVENIR APPARTIENT AUX PROPRIÉTAIRES PRÉVOYANTS

« Il est extrêmement difficile de prendre des décisions sur les besoins d'amélioration parasismique, y compris sur les besoins financiers, avant que ne survienne un séisme. Mais tout propriétaire de maison victime d'un séisme s'en veut de ne pas avoir été assez prévoyant. »[1]

Les séismes frappent sans prévenir. La capacité de votre maison de résister à un séisme se répercute sur votre sécurité personnelle au moment du séisme et peut déterminer si vous pouvez continuer de l'habiter après coup.

Fait étonnant, les habitants de régions où le risque d'un séisme est élevé sont rarement conscients des dangers qu'ils courent. Ils ne connaissent ni les éléments qui déterminent les risques liés aux séismes ni les mesures correctrices simples et peu onéreuses qu'ils peuvent prendre pour protéger leur vie et leurs biens. On peut réduire les dangers, les dommages et le nombre de décès causés par les tremblements de terre si les mesures exposées dans le *Guide* sont prises.[2]

Plus du quart de la population canadienne habite des régions qui, par leur passé et leur géologie, sont sujettes à des tremblements de terre d'une magnitude suffisante pour causer des dommages généralisés et même la perte de vies humaines. Des séismes de grande magnitude sont survenus tant dans l'est que dans l'ouest du Canada au cours du présent siècle et ont endommagé des maisons et d'autres structures. Si ces régions avaient compté le nombre d'habitants qui s'y trouvent aujourd'hui, on y aurait déploré un nombre important de décès.

Figure 1 - 2 :
Carte montrant l'activité sismique au Canada.
(La taille des cercles est proportionnelle à la gravité des séismes.)

Tableau 1 - 1 :
Estimation des dommages structuraux causés par un séisme

Type de bâtiment	Perte estimative en pourcentage	
	Séisme type CNB (1985) accélération maximale du sol de 0,2 g	Séisme de subduction majeure accélération maximale du sol de 0,5 g
Maison individuelle à ossature de bois	2 - 5 %	10 - 30 %
Maçonnerie non armée	20 - 50 %	50 - 100 %
Petits et moyens immeubles domiciliaires et de bureaux	2 - 5 %	20 - 30 %
Grands immeubles domiciliaires	5 - 10 %	10 - 20 %

Le niveau réel des séismes peut être de beaucoup supérieur aux niveaux présentement reconnus dans les codes canadiens du bâtiment. En matière de conception parasismique, ces codes stipulent qu'un bâtiment doit résister à des séismes modérés sans subir de dommages structuraux significatifs et à des séismes importants sans s'effondrer. Ils visent la réduction des décès, l'acceptation d'une certaine déformation structurale et la prévention de l'effondrement. Toutefois, les hypothèses de conception parasismique résidentielle avancées par ces codes reposent sur des séismes dont la magnitude n'atteindrait que 40 p. 100 de celle des séismes survenus en 1995 à Kobe (Japon) et en 1989 à Loma Prieta (Californie).* Les dispositions actuelles en matière de séisme des codes canadiens du bâtiment ne garantissent pas qu'un bâtiment sera utilisable ou réparable ou que son contenu sera exempt de dommages importants après un séisme.**[4]

Le *Guide* vise à informer les Canadiens du degré de protection contre les séismes offert par les types courants d'habitations canadiennes, et surtout par les résidences existantes. Se fondant sur les séismes survenus en Amérique du Nord depuis les années 1950, les codes du bâtiment tiennent pour acquis qu'environ 5 p. 100 des maisons à ossature de bois d'une région touchée par un séisme subiraient des dommages structuraux les rendant inutilisables ou irréparables. Dans les régions canadiennes où les scientifiques prévoient de fortes activités sismiques, ce chiffre pourrait atteindre 30 p. 100, voire davantage.

Cette augmentation du pourcentage prévu de dommages graves découle du fait que les experts reconnaissent maintenant que la majeure partie des maisons canadiennes ne sont pas construites pour résister aux séismes. Si la plupart des maisons canadiennes sont faites de bois, matériau qui résiste bien aux séismes, les éléments de leur charpente ne sont pas assemblés de manière à résister aux séismes.

Les dommages causés par les séismes découlent habituellement du peu d'attention porté aux détails élémentaires de la construction. Les charpente et le contenu des maisons ont une résistance limitée aux séismes pour les raisons suivantes :

- Le sol sur lequel ces maisons reposent est de piètre qualité ;
- les fondations ne sont pas conçues pour transférer les forces sismiques ;
- l'ossature de bois n'est pas solidement fixée à la fondation ;
- les murs ne sont pas contreventés de manière à résister aux séismes ;
- les méthodes, les matériaux et les détails de construction nuisent à la résistance naturelle de l'ossature de bois ;
- les matériaux de finition et les éléments annexés (comme les cheminées de maçonnerie) ne sont pas solidement fixés à l'ossature de bois ;
- le contenu n'est pas fixé à l'aide de techniques l'empêchant de se transformer en projectile au cours d'un séisme.

* En matière de conception parasismique, le Code national du bâtiment du Canada prévoit une accélération maximale du sol de 0,2 g dans une région de zone 4, alors qu'elle était de 0,8 g à Kobe et de 0,6 g à Loma Prieta.[4]

** Le Code national du bâtiment du Canada fait appel à la notion de surcharges dues aux séismes.

Pour résister adéquatement aux forces sismiques, une maison doit être fixée à sa fondation, et ses éléments structuraux doivent être reliés les uns aux autres. Ces détails sont essentiels pour limiter les dommages causés par un séisme. Malheureusement, on les néglige souvent dans les maisons contemporaines et on les trouve rarement dans les vieilles maisons.

L'assurance souscrite pour assumer les coûts de remplacement ou de réparation d'une maison est un autre élément à prendre en compte dans l'évaluation de la capacité d'une maison de résister à un séisme. Votre maison est-elle spécifiquement assurée contre les pertes causées par un séisme ? La franchise en pareille situation peut atteindre 15 p. 100 de la valeur de la maison, ce qui veut dire que les dommages représentant les premiers 15 p. 100 du montant de la protection seraient à la charge du propriétaire de la maison. Pour une maison dont la valeur ainsi que le contenu s'élèvent chacun à 100 000 dollars, la franchise s'appliquant en cas de demande de règlement par suite d'un séisme atteindrait 30 000 dollars. Autre grave problème : Le milieu de l'assurance admet qu'il n'a pas suffisamment de réserves financières pour faire face à un séisme important dans les régions peuplées du Canada.[5]

Les Canadiens ne doivent pas trop compter sur l'aide du filet social et du gouvernement pour reconstruire à la suite d'un séisme. Toute le monde sait que, un an après le tremblement de terre à Kobe, ville japonaise de taille analogue à celle de Montréal, des milliers de gens vivaient encore dans des abris temporaires et que le gouvernement japonais déclarait qu'il n'était pas en mesure d'aider les propriétaires-occupants à reconstruire dans un avenir prévisible.*

Bon nombre des caractéristiques risquant de causer des dommages aux maisons actuelles à ossature de bois et à leur contenu peuvent être corrigées dans le cadre d'un projet de rénovation ou conjointement avec d'autres projets de rénovation. Les Canadiens habitant des régions sujettes à des séismes consacrent annuellement environ 15 milliards de dollars à la rénovation.[6] Si ces propriétaires de maisons n'utilisaient qu'une mince partie de ces fonds pour appliquer les recommandations les plus fondamentales du *Guide*, des milliers de maisons désignées pour être rénovées cette année seraient beaucoup plus prêtes à affronter un séisme.

OBJET DU GUIDE

Presque toutes les personnes qui avaient amélioré la capacité de leur maison de résister à un séisme avant le tremblement de terre de 1989 de Loma Prieta en Californie auraient souhaité en avoir fait davantage. Le *Guide* a été rédigé pour sensibiliser les Canadiens aux dangers que présentent les séismes et pour aider ceux qui sont les plus exposés à prendre les bonnes décisions en matière de rénovation parasismique.

Le *Guide* reprend les travaux d'autres chercheurs dans deux domaines clés. C'est la première fois qu'une publication à grande distribution emploie une liste de vérification interactive pour aider les propriétaires à évaluer le degré de gravité des lacunes de leur maison et à déterminer si ces lacunes risquent de causer des pertes de vie, la perte d'un abri ou tout simplement des dommages matériels. Pour que le *Guide* puisse aider les propriétaires de maison à faire preuve de réalisme dans l'élaboration des priorités de rénovation parasismique, ceux-ci se doivent d'être objectifs au sujet des risques relatifs que présentent les divers défauts de leur maison.

Le fait de connaître les défauts théoriques de sa maison et les risques qui y sont rattachés ne suffit pas à permettre au lecteur de facilement évaluer sa maison ou d'élaborer une stratégie de rénovation. Le *Guide* facilite l'évaluation et l'établissement des priorités afin que le lecteur envisageant de rénover sa maison puisse mettre au point une stratégie permettant d'équilibrer le risque, la valeur et l'aspect pratique. Le *Guide* expose également plusieurs détails de construction s'avérant utiles pour les bâtiments existants ou neufs.

* En 1995, Kobe (ensemble des quartiers) comptait 1 477 000 habitants. Si l'on ajoute les autres villes touchées de la préfecture d'Hyogo, ce nombre s'élevait à 3 700 000. Selon les estimations de la taille du marché réalisées par le *Financial Post*, en 1994, la RMR de Vancouver comptait 1 714 400 habitants et celle de Montréal en comptait 3 280 400.

Figure 1 - 3 :
Maisons ravagées par les flammes dans une rue de Los Angeles après le séisme de Northridge en janvier 1994.

UTILISATION DU GUIDE

Le contenu du *Guide* émane de deux préoccupations sous-jacentes : le risque couru par l'occupant et la solidité de la maison existante.

Trois priorités

Les dispositions parasismiques des codes canadiens du bâtiment prévoient simplement qu'en cas de séisme un bâtiment ne doit ni s'effondrer ni blesser ou tuer ses occupants. Ils ne prévoient pas que la charpente ou le contenu du bâtiment à la suite d'un séisme demeurent suffisamment intacts pour que le bâtiment puisse être habité sans danger et réparé.

Le *Guide* est organisé de manière à permettre au lecteur d'évaluer son terrain de même que sa maison et son contenu en fonction des trois priorités suivantes :

- **Première priorité - (la plus élevée)** Assurer la sécurité des personnes durant et après un séisme ;
- **Deuxième priorité-** S'assurer que la maison est habitable et réparable après un séisme ;
- **Troisième priorité-** Réduire au minimum les dommages au bâtiment et à son contenu.

Il faut souligner encore que les codes et règlements existants ne tiennent pas compte des deuxième et troisième priorités, alors que chacune d'elles constituent environ la moitié des réclamations d'assurance de biens à la suite d'un séisme.[7] Les maisons construites avant 1970 n'étaient pas régies par des normes ou des codes de bâtiment uniformes, d'où l'incapacité de la plupart d'entre elles de satisfaire les trois priorités susmentionnées.

Démarche intégrée touchant la charpente de la maison

En matière de résistance aux séismes, le *Guide* prône une démarche intégrée. Trop souvent, l'ignorance des architectes et des constructeurs en ce qui concerne les questions de charpente aboutit à un produit dont « le tout est plus fragile que la somme de ses parties ». Le *Guide* laisse supposer qu'on peut concevoir une maison dont « le tout est plus solide que la somme de ses parties ». Il explique comment les éléments et les assemblages d'une maison peuvent être solidement fixés les uns aux autres par une démarche exhaustive et bien réfléchie.

À qui s'adresse le *Guide* ?

Le *Guide* a été conçu à titre d'ouvrage de référence pour les constructeurs, les rénovateurs, les architectes, les ingénieurs, les technologues, les fonctionnaires municipaux et les autres intervenants avertis ayant affaire à des maisons individuelles neuves ou existantes. Il peut également s'avérer utile au propriétaire de maison qui compte améliorer la résistance aux séismes de sa maison dans le cadre d'autres travaux de rénovation.

Quel est le sujet du *Guide* ?

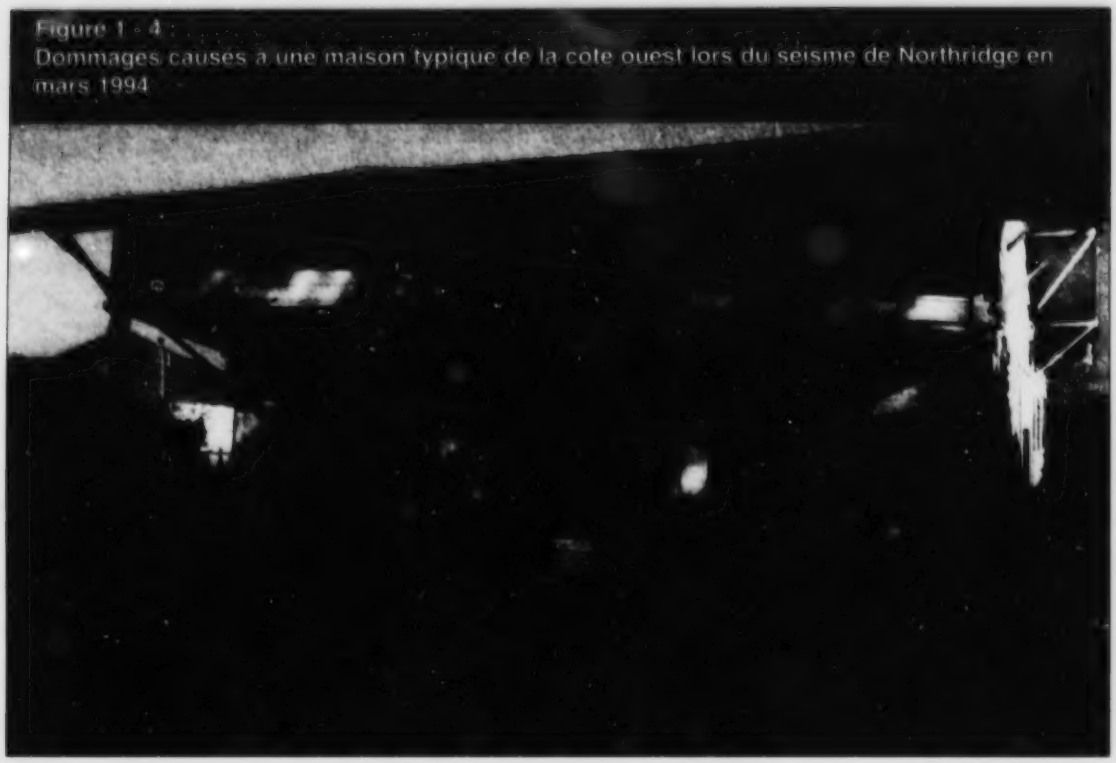
Le *Guide* porte sur les maisons existantes à ossature de bois, et en particulier sur les rénovations. Au fil des ans, les maisons font l'objet de réparations, d'améliorations, de rénovations ou d'agrandissements, soit autant d'occasions d'évaluer et de corriger leurs lacunes en matière de résistance aux séismes. Les notions et bon nombre des détails de construction exposés dans le *Guide* s'appliquent également aux nouvelles maisons.

Le *Guide* explique comment déterminer si une maison a besoin d'améliorations parasismiques et décrit en termes simples comment procéder. Le propriétaire d'une maison qui procédera aux améliorations proposées sera récompensé par la réduction des dommages éventuels et par la tranquillité d'esprit, sachant que la sécurité inhérente à la construction à ossature de bois sera accrue grâce aux mesures parasismiques soignées.

Où peut s'appliquer le *Guide* ?

Le *Guide* peut s'appliquer dans toutes les régions canadiennes où le risque d'un séisme est élevé. Puisque ces régions à risque élevé comprennent les deux principales zones habitées du Canada, soit la côte ouest et les vallées du St-Laurent et de l'Outaouais, le *Guide* s'attarde aux formes de maisons et aux techniques de construction prévalant dans ces zones. Néanmoins, les principes s'appliquent à n'importe quelle région

Figure 1 - 4 :
Dommages causés à une maison typique de la côte ouest lors du séisme de Northridge en mars 1994



canadienne sujette aux séismes tout comme aux régions où les bâtiments sont soumis à des efforts inhabituels tels que de forts vents.

Quand utiliser le *Guide* ?

Dès maintenant !

Vos plans en seront transformés !

Avant d'entamer des réparations, des améliorations, des rénovations ou des agrandissements, lisez le *Guide*, utilisez les listes de vérification et faites de la résistance aux séismes un point essentiel de vos plans.

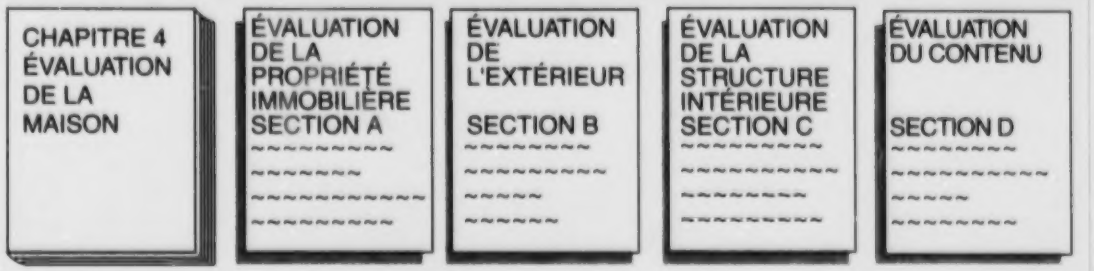
Comment utiliser le *Guide*

Il est assez simple d'évaluer l'état d'une maison et, par l'information ainsi recueillie, de prévoir comment celle-ci réagirait à un séisme. Nul besoin d'être ingénieur pour détecter et corriger les détails pouvant causer les plus graves dommages.

Quelques éléments faibles suffisent à causer la plupart des dommages dans une maison typique, et en particulier dans une vieille maison.

L'information présentée dans le *Guide* va du général au spécifique. Le *Guide* commence par une explication élémentaire des séismes, exposant les dangers géologiques et d'origine humaine qu'ils peuvent déclencher. Il se poursuit avec un propos général sur la façon dont les maison réagissent aux efforts générés par un séisme. Puis le *Guide* présente un moyen d'évaluer une maison à l'aide d'un système de listes de vérification (voir l'Annexe H). Il propose des méthodes aidant le lecteur à tirer parti de l'information recueillie à l'aide de ces listes et à mettre au point une stratégie d'amélioration. Le *Guide* conclut par la réévaluation des priorités et quelques principes directeurs généraux sur les techniques représentatives de construction parasismiques.

Figure 1 - 5 :
Organisation du Chapitre 4



Utilisation à bon escient du *Guide*

Les architectes savent que les charpentes de bois renforcées par des systèmes de connecteurs métalliques et des murs contreventés résistent mieux aux séismes que les charpentes de bois non renforcées.

Le *Guide* renferme un recueil de méthodes de renforcement qui peuvent contribuer à atténuer ou à prévenir les dommages causés aux maisons par les séismes. Les diagrammes s'y trouvant montrent comment on peut rendre moins dangereux les divers éléments d'une maison.
Il ne s'agit pas d'instructions à suivre, mais d'orientations servant à guider les experts-conseils de la conception, les entrepreneurs et les directeurs départementaux de la construction. Les détails ont été mis au point compte tenu de situations générales et peuvent ne pas s'appliquer à certains immeubles ; toutefois, ils aident dans les grandes lignes à savoir quoi prendre en compte. Il est impossible de dégager toutes les situations ou solutions applicables au renforcement d'une maison et, si des questions se posent, il faut s'en remettre aux experts-conseils de l'architecture parasismique. Avant d'entamer des travaux, consultez les autorités de votre localité pour connaître les règlements locaux de la construction.

Aucune stratégie parasismique ne peut éliminer complètement les risques auxquels sont exposés les gens et les bâtiments, mais l'application des principes d'architecture parasismique et le gros bon sens peuvent réduire ces risques et accroître substantiellement les chances de survie des maisons. Comprendre les stratégies de construction et de renforcement des maisons est à la portée de quiconque en quête de l'information pertinente. Le *Guide* est rédigé à l'intention de ceux qui veulent comprendre les principes et intégrer les détails de la résistance sismique à la construction de leur maison.

POINTS À RETENIR ...

La mise en œuvre des recommandations du *Guide* dans n'importe quelle maison réduira sûrement le dommages corporels et matériels. Les experts avouent que les décisions touchant l'amélioration parasismique et le financement connexe sont extrêmement difficiles à prendre tant par les propriétaires que par les fonctionnaires. Le *California Office of Emergency Services* suggère, en se fondant sur l'expérience, de respecter les principes suivants :[8]

1. N'oubliez jamais que tôt ou tard un séisme surviendra.
2. Les améliorations contribuent à sauver des vies, peut-être même la vôtre.
3. Tout degré d'amélioration comporte un avantage. Plus vous en ferez, mieux cela vaudra. Même les améliorations mineures peuvent faire la différence entre une réparation et la ruine.
4. Les inconvénients et les coûts reliés à l'amélioration ne sont rien comparativement aux coûts catastrophiques découlant de l'inaction.
5. Le rétablissement est plus rapide si la maison a fait l'objet d'améliorations parasismiques.
6. N'attendez PAS.

[1] M. Eadie, directeur de projet de l'organisme de reconstruction de la ville de Santa Cruz, au moment du tremblement de terre de Loma Prieta en 1989.

[2] Yanev, Peter I., *Peace of Mind in Earthquake Country*, Chronicle Books, 275 Fifth Street, San Francisco, CA, 1991, p. 1.

[3] L'accélération maximale du sol lors du séisme de Kobe est tirée de la publication suivante : Earthquake Engineering Research Institute, *The Hyogo-Ken Nanbu Earthquake January 17, 1995 - AKA Kobe*, Premilinary Reconnaissance Report, EERI Publication Number 95-04, 1995, Oakland, California. L'accélération maximale du sol lors du séisme de Loma Prieta est tirée de la publication suivante : Federal Emergency Management Agency, US Fire Administration, *The Loma Prieta Earthquake Sept. 1991 Emergency Response & Stabilization Study*.

[4] Rainer, J.H., A.M. Jablonski, K.T. Law et D.E. Allen, *Earthquake Damage in the San Francisco Area and Projection to Greater Vancouver*, NRC Client Report for CMHC - Report CR-6026.1, January 1990 ; correspondance privée de M[me] Anne Stevens, Division de la géophysique, Commission géologique du Canada, à la Société canadienne d'hypothèques et de logement, le 11 juillet 1994.

[5] Voll, Jane, « We're unprepared for Canada's first catastrophic earthquake », *Canadian Speeches : Issues of the Day*, July 1995, pp. 2 à 6.

[6] SCHL, « Aperçu du marché de la rénovation », tiré de *Perspectives nationales du marché de l'habitation*, Quatrième trimestre 1995, p. 4.

[7] Correspondance privée avec le professeur Robert Taylor et le professeur Carlos Ventura, université de la Colombie-Britannique, faculté de génie, février 1996. Les professeurs Taylor et Ventura mènent pour le compte d'une compagnie d'assurance privée des recherches sur les dommages causés par les séismes aux maisons individuelles.

[8] California Office of Emergency Services, Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project, Fall 1992, p. 8.

2. LES SÉISMES
La maison : sol, emplacement et risques de séisme

Les récents séismes en Californie, en Alaska, à Mexico et à Kobe au Japon montrent de toute évidence qu'il faut mettre en œuvre des techniques de conception et de construction qui rendent les maisons plus résistantes aux séismes. Si l'on ne peut prédire encore avec précision les tremblements de terre, leur force, leur durée et leur emplacement, on connaît parfaitement les régions sujettes à de forts tremblements de terre.

Au Canada, les régions où le risque d'une forte activité sismique est élevé sont également les plus peuplées et celles où se trouvent un très grand nombre de maisons. Le présent chapitre explique les principaux termes géologiques employés pour décrire les répercussions des séismes sur la croûte terrestre. Il porte sur la nature des sols et l'importance de l'emplacement, car ceux-ci ont une incidence sur les maisons au cours d'un séisme. Enfin, il mentionne les régions peuplées du Canada qui risquent fort de subir des séismes de grande magnitude.

QU'EST-CE QU'UN SÉISME ?

Les séismes sont le fruit du mouvement perpétuel de la croûte terrestre. Ce mouvement crée une accumulation et une libération de l'énergie stockée dans le roc près de la surface de la terre. Un séisme, c'est une secousse rapide et soudaine de la surface produite par la libération de cette énergie. La croûte terrestre se divise en larges pièces flottant sur un noyau liquide. Ces pièces, ou plaques tectoniques, bougent lentement et toujours, de façon presque imperceptible. La plupart du temps, ces plaques sont coincées les unes aux autres par leurs extrémités, et l'énergie s'accumule entre elles. Lorsque l'énergie accumulée est suffisante, les plaques glissent et l'énergie est soudainement libérée. L'énergie libérée se diffuse dans la terre sous forme d'ondes qui, sur la surface de la terre, forment des rides comme on en voit sur les étangs. Le sol peut se mouvoir dans le sens horizontal (d'un côté vers l'autre), dans le sens vertical (de haut en bas) ou dans les deux sens à la fois. La secousse peut durer de quelques secondes à quelques minutes. Après un séisme, on observe souvent des répliques sismiques dont la fréquence oscille entre plusieurs par jour à seulement quelques-unes par semaine. Les répliques sismiques sont un phénomène normal, elles constituent un rajustement de la croûte terrestre à la suite du tremblement de terre principal.[1]

ENDROITS OÙ SURVIENNENT DES SÉISMES AU CANADA

Si les Canadiens ont le bonheur de n'avoir jamais été victimes d'un grand désastre sismique, le Canada depuis longtemps subit constamment des tremblements de terre. La majeure partie de la population canadienne habite maintenant les régions exposées à l'activité sismique.[2]

Figure 2 - 1 :
Régions exposées à de forts séismes
(Les zones ombrées indiquent les régions où l'accélération sismique se situe entre 3 et 6)

Figure 2 - 2 :
Intensité de l'activité sismique dans le Nord canadien
(La taille des cercles est proportionnelle à la gravité des seismes.)

Selon les études géologiques et les données sismiques, l'activité sismique au Canada se produit dans trois régions principales :

- Nord Canadien — La vallée du Mackenzie dans les Territoires du Nord-Ouest, les îles de l'Arctique et l'île de Baffin.
- Ouest canadien — Plus particulièrement l'île de Vancouver, l'ouest de l'île de Vancouver et la côte ouest de la Colombie-Britannique.
- Est Canadien — La vallée du St-Laurent, la vallée de l'Outaouais, le Nouveau-Brunswick et le sud de Terre-Neuve.

Aperçu du Nord canadien

Bon nombre de personnes ignorent que des tremblements de terre se produisent dans le Nord canadien aussi souvent que dans d'autres parties du Canada.

Toutefois, puisque cette région est peu peuplée, les séismes risquent moins d'y causer des dommages matériels et des pertes de vie qu'ailleurs. C'est dans l'est et l'ouest du Canada que l'on trouve les plus grandes concentrations de population et où le risque de pertes de vies et de dommages matériels est le plus grand. C'est dans ces régions où l'amélioration parasismique des maisons produira les meilleurs avantages.

Aperçu de l'Ouest canadien

Le sud-ouest de la Colombie-Britannique est la région sismique la plus active du Canada. Le sud-ouest de la Colombie-Britannique recouvre une zone de subduction, c'est-à-dire une plaque qui glisse sous une autre. Cette zone de subduction s'étend depuis un point près de la côte du nord de l'île de Vancouver jusqu'en Californie. Les plaques du Pacifique sont séparées par une plaque beaucoup plus petite, la plaque Juan de Fuca, qui est un plancher océanique glissant d'environ 4 cm par année sous la marge continentale. Les efforts accumulés par ce processus de subduction ont causé de nombreux tremblements de terre dans l'île de Vancouver et la région du Lower Mainland. Si la plupart des séismes y sont trop faibles pour être perçus, un tremblement de terre capable de causer des dommages structuraux risque de se produire dans cette région tous les dix ans. Le plus récent tremblement de terre important à survenir en Colombie-Britannique, d'une magnitude de 7,3, s'est produit en 1946 dans le centre de l'île de Vancouver.

En 1965, un séisme d'une magnitude de 6,5 a frappé la ville de Seattle et causé des dommages dans cette ville et dans les environs. Cet événement est un exemple de ce à quoi il faut s'attendre la prochaine fois qu'un tremblement de terre de cette magnitude surviendra dans une région urbaine du sud-ouest de la Colombie-Britannique. Si aucun bâtiment ne s'est effondré, des fenêtres ont volé en éclats, des cheminées sont tombées et des murs se sont fissurés. Les ponts, les routes, les conduites d'eau et les services publics ont également subi des dommages. Ce séisme a fait sept morts et des centaines de blessés.

Figure 2 - 3 :
Intensité de l'activité sismique dans l'Ouest canadien
(La taille des cercles est proportionnelle à la gravité des séismes.)

Aperçu de l'Est canadien

L'Est canadien est situé dans une région continentale plus stable de la plaque de l'Amérique du Nord ; par conséquent, l'activité sismique y est moindre que dans l'Ouest canadien. Néanmoins, des tremblements de terre importants et dommageables se sont déjà produit dans l'Est canadien, et l'on prévoit qu'un tremblement de terre d'une magnitude analogue à ceux de la Californie s'y produira éventuellement.

La vallée de l'Outaouais et la vallée du St-Laurent sont particulièrement prédisposées aux séismes. Par décennie, on y observe en moyenne trois séismes importants d'une magnitude supérieure à 5,0, soit le seuil critique où commencent les dommages en général. Compte tenu de l'âge des maisons, de la présence d'immeubles comportant des ouvrages de maçonnerie non armée, de la rigueur du climat et de l'absence de dispositions parasismiques dans les codes du bâtiment et les pratiques de construction, un désastre pouvant surpasser ceux s'étant récemment produit en Californie et au Japon est inévitable.

Sources additionnelles d'information

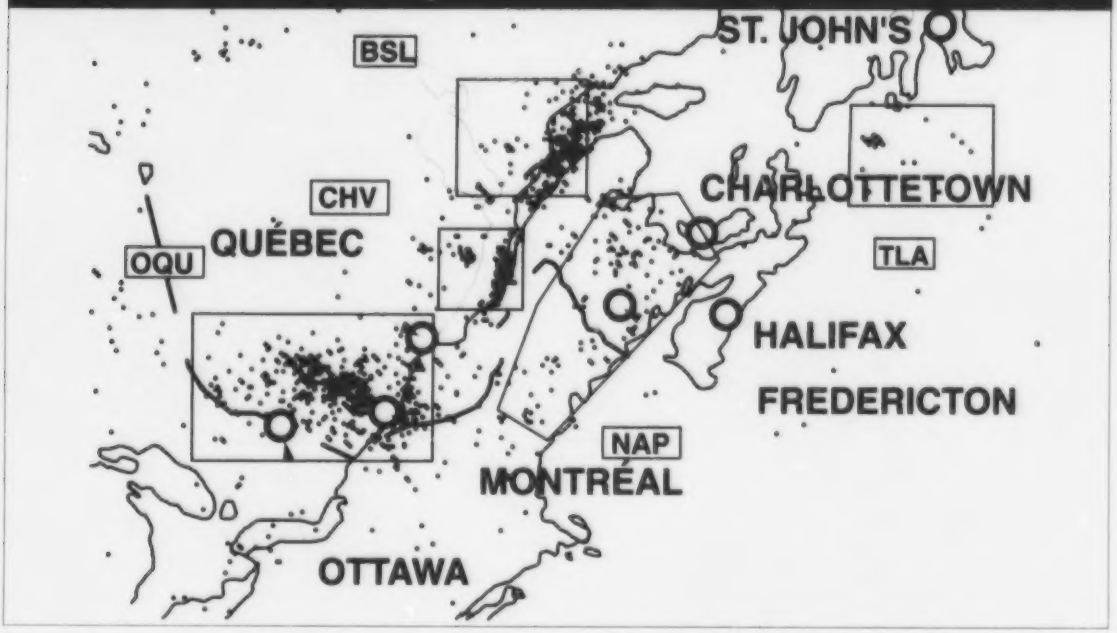
Le réseau de stations sismographiques de la Commission géologique du Canada peut détecter tous les séismes d'une magnitude supérieure à 3,0 dans l'Est canadien et d'une magnitude d'au moins 2,5 dans les régions à forte densité de population. On peut trouver des renseignements détaillés dans le site *Web* de Ressources naturelles Canada (www.seismo.nrcan.gc.ca).

EFFETS DES SÉISMES

« Les tremblements de terre déclenchent une chaîne complexe de réactions naturelles, souvent catastrophiques, et difficiles à prédire. Parmi les termes utilisés pour décrire les effets géologiques majeurs des tremblements de terre, citons les suivants : formation de failles superficielles, secousse de la surface, affaissement du sol et inondations causées par des tsunamis et des seiches. »[3]

Figure 2 - 4 :
Intensité de l'activité sismique dans l'Est canadien
(La taille des cercles est proportionnelle à la gravité des séismes.)

Figure 2 - 5
Zones d'activité sismique fréquente dans l'Est canadien



Des séismes peuvent se produire et de fait se produisent dans l'ensemble de l'Est canadien. Cependant, après de nombreuses années de lecture instrumentale, on peut dégager cinq zones où l'activité sismique est plus fréquente. Vous trouverez la répartition spatiale de ces zones à la Figure 2-5, qui montre les séismes s'y étant produit depuis 1985. Ces zones sont les suivantes :

OQU	L'ouest du Québec : comprend la ville de Montréal et se prolonge vers le nord-ouest en passant par la rivière Outaouais jusqu'à Ottawa et dans l'est de l'Ontario.
CHV	Charlevoix-Kamouraska : région à 100 km en aval de la ville de Québec. C'est la région sismique la plus active et la plus surveillée de l'Est canadien.
BSL	Bas St-Laurent : région d'activité sismique diffuse à l'embouchure du fleuve St-Laurent.
NAP	Nord des Appalaches : comprend la majeure partie du Nouveau-Brunswick et se prolonge jusqu'en Nouvelle-Angleterre. Une série de séismes importants, dont le plus fort a atteint une magnitude de 5,7, s'est produite dans la région de Miramichi du centre du Nouveau-Brunswick en 1982, et cette région subit encore des répliques sismiques de cette série de séismes.
TLA	Talus laurentien: région s'étendant depuis la côte du sud-est du Canada et comprenant les Grands Bancs de Terre-Neuve. En 1929, un séisme d'une magnitude de 7,2 est survenu près des Brands Bancs et a causé un fort tsunami (raz de marée).

Formation de failles superficielles

Les failles se forment lorsque des parties opposées de matière se déplacent l'une par rapport à l'autre en réaction à l'accumulation d'efforts. Le mouvement de formation des failles n'atteint pas toujours la surface de la terre, mais lorsqu'il l'atteint, il produit souvent une ligne ou une bande étroite de phénomènes visibles tels que grabens (fossés tectoniques), fractures et petites crêtes (crêtes de pression). Le déplacement vertical ou horizontal accompagnant la formation d'une faille superficielle peut détruire les structures situées de part et d'autre de la faille.[4]

Figure 2 - 6:
Failles superficielles suite au tremblement de terre Loma Prieta

Secousse de la surface

Les secousses du sol constituent généralement le phénomène qui cause les dommages les plus répandus. Elles sont responsables des pertes causées directement par les vibrations et indirectement par le déclenchement d'effets secondaires appelés affaissements du sol tels que les glissements de terrain et les glissements par liquéfaction.[5]

Affaissement du sol

L'affaissement du sol est le déplacement de la surface terrestre par suite de l'affaiblissement des matériaux souterrains. Par exemple, les secousses peuvent ébranler les matériaux d'une pente fondamentalement instable et provoquer un glissement de terrain. Un autre type de glissement de terrain survient lorsque du sol dévale une faible pente et produit ainsi des fentes, des fissures et des affaissements inégaux. Un autre type très courant d'affaissement du sol survient lorsque des sols argileux saturés passent de l'état solide à l'état liquide. Tout type d'affaissement du sol peut causer de graves dommages aux bâtiments.[6]

Tsunamis et seiches

Les tsunamis sont de grandes vagues océaniques produites par des failles ou de vastes glissements de fonds marins. Ces vagues peuvent atteindre une vitesse de 600 km/h (375 miles/h) et une hauteur de 15 m (50 pi) ou davantage lorsqu'elles atteignent le rivage.

Les seiches se produisent dans des plans d'eau fermés tels que des lacs, des réservoirs, des baies et des rivières. Il s'agit d'oscillations périodiques de l'eau de plusieurs mètres causant des inondations et des dommages par le martèlement des vagues. Des inondations peuvent également être provoquées par l'effondrement de barrages ou un vaste glissement de terrain aboutissant dans un plan d'eau.[7]

DÉTECTION DES RISQUES GÉOLOGIQUES

Façons dont les sols sont touchés

Par l'observation des séismes, on s'est aperçu que le sol sous-jacent est un facteur déterminant de l'ampleur des dommages. Chaque type de sol réagit aux séismes avec une intensité qui lui est propre et présente donc un degré particulier de risques.

Voici les quatre types de base de sol présentés par ordre décroissant de leur résistance sismique :

1) roc ;
2) sol dur sur du roc ;
3) sol d'une profondeur d'au moins 12 mètres dont les premiers 6 mètres sont constitués d'argile de dureté faible à moyenne mais ne comptant pas plus de 12 mètres d'argile molle ;
4) sol comportant plus de 6 mètres d'argile molle.

Plus le sol meuble sur lequel est érigé un bâtiment est profond, plus les vibrations y sont intenses. Plus un bâtiment vibre, plus grands seront les dommages qu'il subira.[8]

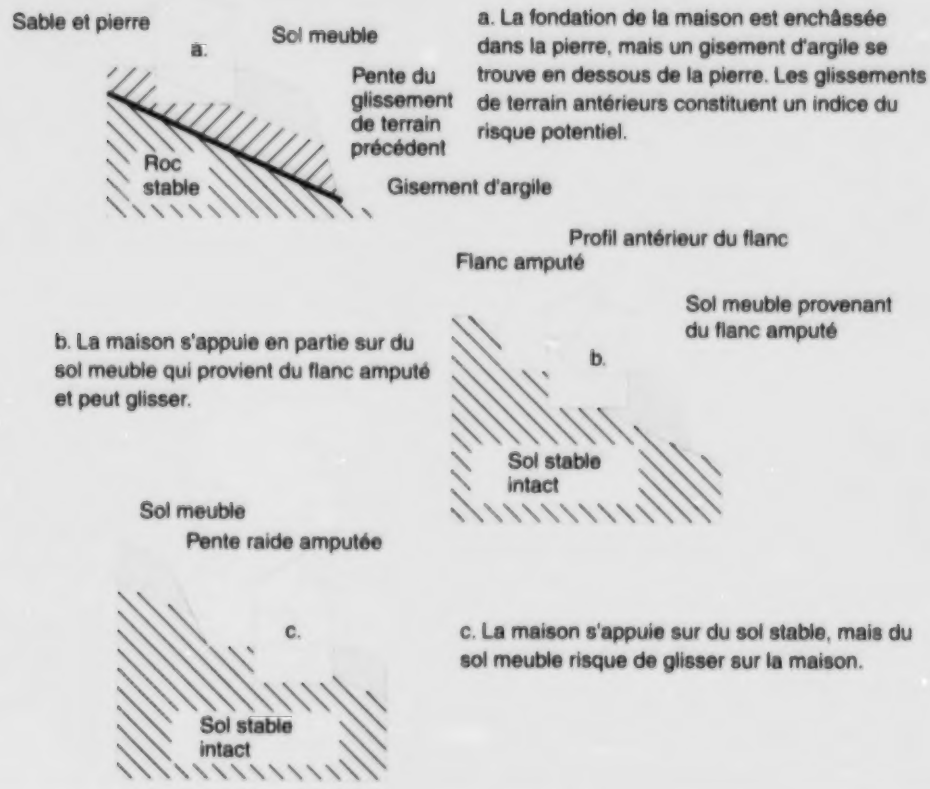
Dans son livre *Peace of Mind in Earthquake Country*, Peter Yanev affirme que la principale raison pour laquelle les répercussions des séismes sont plus importantes dans un sol meuble, c'est que les vibrations s'intensifient lorsque les ondes sismiques traversent une épaisse couche de sol meuble. Les sols meubles agissent à la manière d'une gelée, ils réagissent aux ondes sismiques en les amplifiant. Les ondes sismiques qui sont de haute fréquence et de faible amplitude dans le fond rocheux se transforment en ondes plus dévastatrices de basse fréquence et de forte amplitude. Les mouvements ondulatoires chaotiques peuvent causer des dégâts considérables sur la surface, et en particulier lorsqu'ils traversent des sols saturés d'eau. L'effort vibratoire transféré aux bâtiments par les fondations est moindre dans les sols durs ou de roc.[9]

Importance de l'emplacement

Les bâtiments situés sur des zones qui sont ou étaient naturellement saturées d'eau, comme des deltas, des marécages, des terrains de sol rapporté ou des polders entourant une baie et même d'anciens lacs présentent des risques sismiques élevés. Dans son livre *Peace of Mind in Earthquake Country*, Peter Yanev explique que « la liquéfaction du sol est un effet courant des séismes dans les sols meubles dont le niveau phréatique est élevé. La compaction du sol causée par les secousses sismiques projette l'eau vers le haut, et les sols très sableux ou boueux sont ainsi liquéfiés sous la forme de sables mouvants. »[10] Ce sont parmi les pires sols où construire.

Les terrains aménagés par remblayage sur des sols saturés d'eau sont ceux qui connaissent les pires

Figure 2 - 7 :
Possibilité de glissement de terrain sur les pentes naturelles et artificielles



dommages, car lorsque ces terrains sont traversés par des secousses sismiques, ils passent de l'état solide à l'état semi-liquide, à la manière d'une crème-dessert. Les fondations s'enfoncent alors dans le sol, souvent de manière irrégulière ; les maisons alors s'affaissent ou même s'effondrent.

Les tsunamis, ces vagues produites par des séismes dans les fonds marins, se déplacent à vive allure, et lorsqu'elles atteignent le rivage, elles peuvent s'élever à plus de 15 m (50 pi). L'impact de la vague et l'élévation soudaine du niveau de la marée peuvent dévaster les propriétés côtières. Les seiches, qui se produisent dans des plans d'eau fermés, peuvent également créer un déplacement de l'eau de plusieurs mètres et causer des inondations et des dommages par le martèlement des vagues.

Les falaises près des grandes failles présentent d'autres risques. Puisqu'un de leur côté ne s'appuie sur aucun sol, les falaises bougent plus que les terrains plats au cours d'un séisme. Selon les scientifiques, les ondes sismiques émergeant du sol sont réfléchies et intensifiées par la face des falaises, d'où une amplification des mouvements du sol. Les falaises surplombant des étendues d'eau peuvent être affectées par l'action des tsunamis et des seiches. Les maisons construites en haut d'une falaise subissant de plus graves dommages que

Figure 2 - 8 :
Glissement de terrain dans un quartier résidentiel de Los Angeles à la suite du tremblement de terre de Northridge en 1996

d'autres, elles doivent être conçues pour résister aux forces sismiques les plus grandes.[11]

Fait intéressant, les maisons situées sur des crêtes montagneuses sont elles aussi exposées à de plus grands risques. Ces crêtes ne s'appuient de part et d'autre sur aucun sol, et l'on croit que les ondes sismiques y sont emprisonnées, d'où leur amplification à ces endroits précis. Sur les crêtes comme aux abords des falaises, les efforts infligés aux bâtiments sont décuplés.[12]

Des glissements de terrain peuvent se produire à flanc de montagne, sur les crêtes et les falaises. Même si le sol semble stable, il peut renfermer de minces couches d'argile, parfois si minces qu'on ne peut les détecter. Ces couches d'argile cèdent lorsqu'elles deviennent saturées d'eau ou que les forces sismiques détruisent la faible cohésion de l'argile. Les maisons érigées sur un flanc amputé ou sur le sol issu d'un tel flanc sont particulièrement vulnérables. Les glissements de terrain déforment et brisent les fondations et amènent souvent d'autres graves dommages structuraux. Les terrains aménagés par remblayage ou déblayage ont besoin de murs de soutènement bien conçus, de systèmes de drainage et de remblais dûment choisis et placés pour réduire les glissements de terrain provoqués par les séismes. Les maisons érigées sur des zones où se sont déjà produit des glissements de terrain risquent davantage de subir des dommages.

Le matériau utilisé comme terre rapportée et la façon de l'installer constituent l'élément fondamental de tous les terrains aménagés par remblayage. Pour remblayer convenablement un terrain, la terre rapportée doit comporter du gravier ou du sable pour qu'elle soit dure et moins portée à rétrécir ou à gonfler par l'action de l'eau. En outre, elle doit être installée par couches d'une certaine épaisseur, chacune étant compactée jusqu'à ce qu'elle atteigne un pourcentage préétabli de sa densité maximale. Les terres rapportées insuffisamment compactées et à forte teneur d'argile se comportent très mal en cas de séisme.[13] C'est le cas notamment des terrains remblayés à flanc de montagne, des terrains marécageux remblayés et des autres terrains aménagés par remblayage. Faute de la bonne technique, ces terrains se comportent tous comme des sols meubles en raison de leur faible taux de compaction.

Il ressort clairement que l'emplacement d'une maison joue un rôle déterminant dans sa capacité de résister aux séismes. De nombreux facteurs géologiques, dont le type de sol et sa configuration géologique, le relief du terrain, la présence d'eau et même le type et la quantité de végétation, contribuent à l'aggravation des dommages infligés à une maison, sinon à sa destruction. Selon leurs connaissances et leur zèle, ceux qui préparent le terrain peuvent améliorer ou détériorer ses caractéristiques parasismiques. L'entretien du terrain joue également un rôle important dans la capacité de la maison de résister aux séismes. Les caractéristiques sismiques d'un emplacement sont souvent difficiles à évaluer, mais les autorités les connaissent souvent. Il peut s'avérer judicieux de consulter des ingénieurs en mécanique des sols. Malheureusement, aucune mesure, ni même l'application des meilleurs principes de la sismologie, ne peut garantir qu'un bâtiment résistera à un séisme sans subir des pertes graves ou totales.

DÉTECTION DES RISQUES QUE PRÉSENTENT LES CONSTRUCTIONS

Les maisons sont exposées non seulement aux effets géologiques des séismes, mais aussi aux défaillances des structures de leur entourage.

Le pire danger qui guette une collectivité, c'est l'éclatement d'un réservoir. L'effondrement d'un barrage situé en amont d'une collectivité permettrait à l'eau accumulée dans le réservoir de balayer les immeubles se trouvant sur son chemin et d'inonder les environs. L'éclatement d'un réservoir est plus dévastateur que le séisme même. Ironie du sort, l'activité sismique a souvent créé les larges vallées et les profonds canyons aujourd'hui utilisés comme réservoirs. Bon nombre de barrages construits à l'époque pour tirer parti du potentiel naturel d'une réserve d'eau ont été conçus avant la naissance des actuelles

théories de sismologie.
À petite échelle, les réservoirs domestiques présentent un danger analogue pur les maisons adjacentes. La libération soudaine d'un grand volume d'eau peut détruire des maisons ou les déloger de leur fondation. Parmi les autres dommages causés aux maisons à proximité d'un réservoir domestique qui éclate, citons l'érosion des terres rapportées et du sol près des fondations et des murs de soutènement, l'inondation de surfaces habitables, de vides sanitaires et de sous-sol et les dommages causés par les débris. Les réservoirs surélevés présentent un risque additionnel : celui de l'effondrement de leur structure sur les maisons adjacentes.

Les digues et les levées comptent parmi les autres structures qu'un séisme peut endommager. Elles sont construites dans des zones détrempées par des cours d'eau, le long de marécages et sur les terrains sablonneux des baies. Comme nous l'avons mentionné dans ce chapitre, les sols saturés d'eau se trouvant dans ces zones sont durement touchés par les secousses sismiques. Les digues, les levées et les maisons qui y sont érigées subissent alors d'intenses vibrations, et l'effondrement des levées détruit les maisons. Les maisons situées derrière des digues qui se rompent seront frappées par une crue soudaine et inondées.[14]

Les murs de soutènement et les piscines des environs présentent des risques localisés. Les mouvements sismiques peuvent facilement causer la rupture de ces structures. Ces deux éléments sont traités plus à fond à la page 46.

Au cours d'un séisme ou des répliques, les maisons sont menacées par l'effondrement ou la chute de morceaux de structures adjacentes surélevées. Comme nous l'avons mentionné, les réservoirs domestiques en sont un exemple qu'on retrouve dans les banlieues. Dans les villes, des maisons sont souvent situées près de grands immeubles à appartements ou à bureaux. Si ces grands immeubles sont pourvus de cheminées, de parapets, de toits inclinés en tuile de terre cuite et de murs de briques ou de maçonnerie non armée, les maisons adjacentes et leurs occupants sont menacés par la chute de débris.

1 *Earthquakes - A Teacher's Package for K-6*, National Science Teachers Association, 1742 Connecticut Avenue, NW, Washington, DC 20009, October 1988, pp. 11 à 13.

2 Données tirées du site *Web* www.seismo.nrcan.gc.ca.

3 Spangle, William E., *Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding (PEPPER)*, p. xxv.

4 Ibid, pp. xxv et xxvii.

5 Ibid, p xxvii.

6 Idem.

7 Ibid, p. vii.

8 Helfant, David Benaroya, *Earthquake Safe: A Hazard Reduction Manual for Homes*, Builders Booksource, 1817 Fourth Street, Berkeley, CA, 1989, pp. 8 et 9.

9 Yanev, Peter I., *Peace of Mind in Earthquake Country*, Chronicle Books, 275 Fifth Street, San Francisco, CA, 1991, p. 48.

10 Ibid, p. 53.

11 Ibid, pp. 60 et 62.

12 Idem.

13 Helfant, p. 9.

14 Yanev, pp. 3 et 75 à 78.

3. RÉACTION DES MAISONS AUX SÉISMES
Les séismes secouent toute la maison

Le présente chapitre porte sur la maison individuelle. Il établit le lien entre le mouvement causé par un séisme et les réactions de la maison. Il présente les éléments structuraux importants dans l'architecture parasismique et les lacunes courantes des maisons.

Figure 3 - 1 :
Le graffiti inscrit sur ce mur de stucco souligne à quel point les forces sismiques peuvent être dommageables pour les immeubles qui n'y sont pas préparés

Traduction : « A louer! 10,00 S/mois »

PRINCIPES DE LA RÉSISTANCE AUX SÉISMES

Il faut absolument dénoncer le mythe selon lequel toutes les maisons à ossature de bois résistent bien aux séismes. Traditionnellement, les maisons sont construites de façon à résister à de fortes charges verticales comme la neige et le poids des occupants et du mobilier et à de faibles charges horizontales comme le vent. Malheureusement, on trouve quantité d'exemples de destruction de maisons neuves et vieilles résultant de récents séismes sur le continent. Pour pouvoir résister aux séismes, les maisons doivent être conçues et construites selon les principes de la résistance aux séismes.

Les principes de l'architecture parasismique sont connus en Amérique du Nord depuis les années 1950, mais ils ne sont pas encore couramment appliqués. Si l'on s'oppose à leur application, c'est parce que les pratiques traditionnelles de construction s'imposent, qu'on ne sait pas quand et où se produiront des séismes et que les coûts additionnels de l'amélioration parasismique en rebutent plusieurs. Cependant, une attention même modeste aux détails peut permettre la production de maisons moins dangereuses pour les occupants et un investissement plus sûr pour leurs propriétaires.[1]

Les éléments structuraux de tout bâtiment sont conçus pour supporter et répartir le poids du bâtiment et les charges verticales transférées à la fondation puis au sol. La charpente répartit une partie des charges par les poutres et les diaphragmes des planchers et du toit, mais les charges les plus lourdes sont transférées à la fondation par les murs et les poteaux.

Le mouvement causé par les séismes peut produire des efforts horizontaux et verticaux très grands et chaotiques. Les mouvements soudains du sol poussent et tirent les fondations et forcent la charpente à s'étendre, à se comprimer, à plier et à se balancer. La charpente résiste aux mouvements brusques de la terre par l'inertie, c'est-à-dire la tendance à l'immobilité de tout objet au repos. L'inertie horizontale d'un bâtiment est la même qu'on ressent lorsqu'une voiture accélère soudainement, alors que l'inertie verticale se compare à ce qu'on ressent dans un ascenseur qui monte rapidement.[2]

Pour que les maisons puissent résister aux séismes, on a mis au point des techniques leur permettant d'absorber et de répartir les efforts sans subir de graves dommages ni s'effondrer. Ce qu'on vise, c'est d'offrir une voie continue de transfert des efforts depuis la terre, en passant par la fondation, jusqu'au toit, et vice versa. La capacité d'une maison de réagir correctement dépend directement de sa géométrie, de la conception de ses fondations, du contreventement horizontal des murs, des diaphragmes des planchers et du toit et des connexions entre tous les éléments structuraux.

Figure 3 - 2 Geometries simple et complexe d une maison

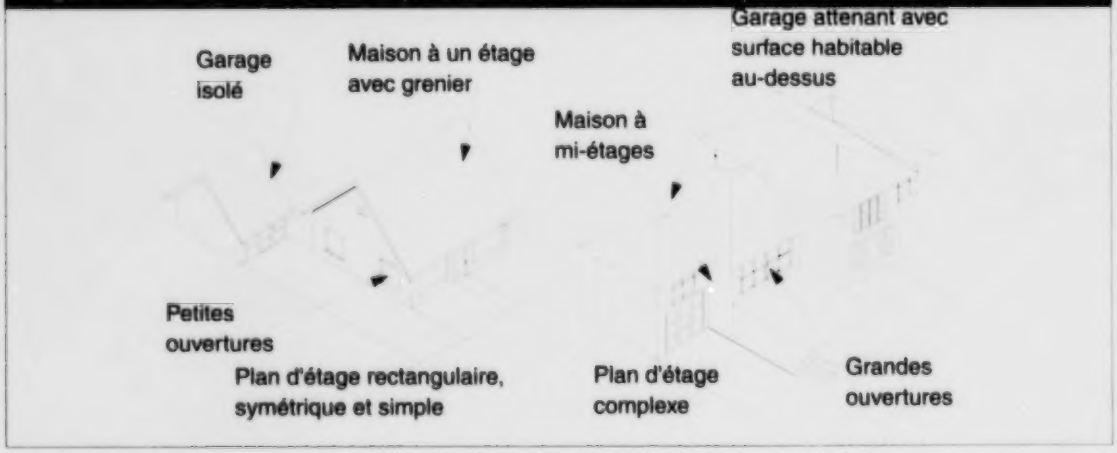
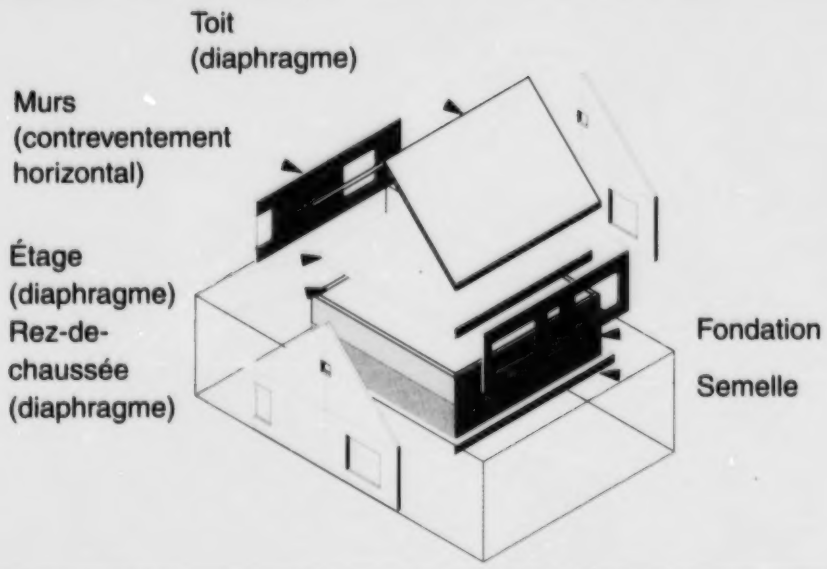


Figure 3 - 3 :
Elements structuraux de base de la résistance aux séismes



ÉLÉMENTS DE LA RÉSISTANCE AUX SÉISMES

Géométrie de la maison

La taille et la forme de la maison de même que la nature et l'emplacement des éléments structuraux et non structuraux ont une grande incidence sur le comportement de la maison en cas de séisme.

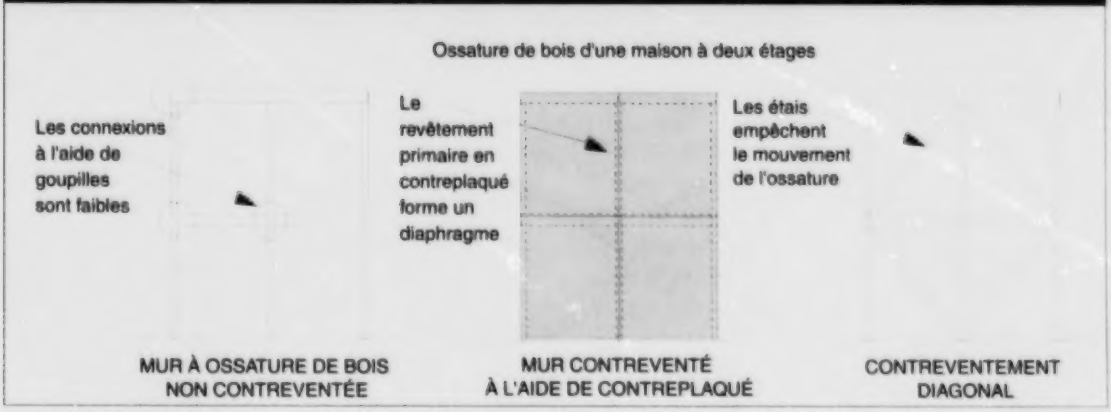
Les plans qui sont simples et symétriques permettent une répartition égale des murs contreventés, et les diaphragmes de plancher et de toit presque continus résistent mieux aux déformations, contrairement aux géométries complexes comportant de grandes ouvertures dans les diaphragmes de plancher et de toit, dans les murs contreventés et en particulier dans les coins. Ces grandes ouvertures doivent être conçues par des architectes pour pouvoir résister adéquatement aux forces sismiques. Les grands puits d'escalier ou de lumière, les fenêtres panoramiques et les portes de garages en sont des exemples.

Plus le bâtiment est lourd et le poids éloigné du sol, plus le risque de dommages est élevé. Par exemple, une maison de trois étages pourvue d'un toit en tuile de terre cuite et d'une cheminée de maçonnerie sera plus vulnérable qu'une maison de deux étages pourvue d'un toit de bardeaux de bois et d'une cheminée métallique.

Fondation

La fondation est le premier élément de la maison à subir la force d'un séisme et celui qui est soumis aux plus grands efforts. Les secousses sismiques sont transmises au sol, puis à la fondation et, enfin, à l'ossature de bois du bâtiment. La réaction de la charpente et du contenu du bâtiment est alors retransmise à la fondation puis au sol. La fondation relie tous les éléments du bâtiment de manière à ce qu'ils réagissent comme un tout aux séismes. La solidité de la fondation, sa connexion aux autres éléments du bâtiment et son rapport avec le terrain sont autant de facteurs influant sur la capacité de la maison de résister aux secousses sismiques. Si la fondation se déplace, les autres éléments porteurs de la maison sont touchés, ce qui peut entraîner leur effondrement. Pour que la maison résiste aux séismes, il faut absolument que sa fondation y résiste aussi.

Figure 3 - 4 :
Deux méthodes de contreventement horizontal des murs
(Voir le Chapitre 4, Section 4, page 110)



Contreventement horizontal des murs

La principale fonction du contreventement, c'est d'aider les murs et les poteaux à résister à la déformation causée par les forces sismiques. Les éléments qui sont contreventés offrent une voie plus solide et directe aux efforts transférés entre la fondation et la charpente de la maison. C'est un moyen très efficace de s'assurer que les charges d'inertie générées par un séisme seront échangées entre chaque élément structural, la fondation et le sol et que la maison pourra y résister.

Le contreventement horizontal n'augmente pas la capacité d'un bâtiment de supporter des charges, mais il permet aux supports verticaux de rester stables et intacts durant l'assaut des mouvements générés par un séisme. Le contreventement horizontal limite également les dommages, car il réduit le mouvement interne du bâtiment.[3]

Diaphragmes du toit et des planchers

Les forces sismiques sont généralement absorbées par les diaphragmes du toit et des planchers sans leur causer de dommages. Les diaphragmes supportent et transfèrent leur propre charge et celle des occupants et du contenu du bâtiment de manière horizontale aux murs et aux autres éléments porteurs. Les dommages causés à ces éléments touchent habituellement les connexions, c'est-à-dire les endroits où les diaphragmes s'unissent aux murs et aux fondations et ceux où se trouvent de grandes ouvertures ou de grands poteaux, mais non les diaphragmes mêmes.[4]

Matériaux de construction

De par leurs propriétés, certains matériaux de construction se comportent mieux que d'autres lorsqu'ils sont soumis aux efforts générés par un séisme. Le bois et l'acier sont des matériaux présentant deux caractéristiques parasismiques importantes. Ils sont assez légers, ce qui réduit les charges d'inertie. Ils sont également flexibles et peuvent fléchir sans se fissurer ni se rompre. On peut aussi rendre des matériaux comme le béton et les blocs de béton à l'épreuve des séismes par l'application des méthodes pertinentes d'armature. Il est plus difficile de protéger contre les séismes les autres matériaux de maçonnerie. Bien qu'ils ne soient pas considérés comme des matériaux structuraux, les parements lourds comme la brique ou le stucco et les matériaux de finition comme les cloisons sèches ont l'habitude de se fissurer lorsqu'ils sont soumis à des secousses sismiques.[5]

Qualité de l'exécution

Le souci des détails et de l'architecture parasismique compte beaucoup, mais c'est la qualité de l'exécution qui détermine la résistance d'une maison en cas de séisme. L'exécution négligée, l'inattention aux détails et l'utilisation de matériaux de piètre qualité nuisent à la solidité du bâtiment. Par exemple, la construction de maisons sans l'utilisation de boulons pour fixer l'ossature de bois à la fondation est monnaie courante dans les régions où le péril sismique est élevé. De nombreux effondrements ou dommages graves causés par des séismes sont attribuables à cette seule négligence.

LA MAISON EN TANT QU'ENTITÉ

Les éléments d'architecture qui ajoutent dynamisme et attrait à une maison sont souvent ceux qui la rendent plus vulnérable aux séismes. Les petites maisons simples risquent moins d'être touchées par les secousses sismiques que les grandes maisons compliquées. Les dommages réels ne sont pas le fruit de la faiblesse inhérente du bois, mais plutôt des lacunes courantes de la conception ou de la construction :

- construction sur un sol instable ;
- fondation faible ;
- charpente incorrectement fixée à la fondation ;
- mur de vide sanitaire (muret entre la fondation et le premier étage) sans contreventement horizontal ;
- bâtiment mal entretenu ;
- murs porteurs pas assez résistants aux séismes ;
- connexions inadéquates entre les éléments structuraux ;
- soutiens extérieurs faibles ;
- toiture lourde (p. ex. tuile de terre cuite) ;
- trop de grandes ouvertures (p. ex. grandes fenêtres et portes de garage) ;
- imprévoyance des charges de neige et de glace sur les toits et les terrasses.[6]

Figure 3 - 5 :
Une fondation sans boulons

Cependant, les maisons à ossature de bois peuvent résister aux séismes, si l'on porte une attention particulière à la qualité de l'exécution, à la conception et aux détails parasismiques.

1 Yanev, Peter I., *Peace of Mind in Earthquake Country*, Chronicle Books, 275 Fifth Street, San Francisco, CA, 1991, p. 82.

2 Idem.

3 Yanev, pp. 84 et 86.

4 Arnold, Christopher et Robert Reitherman, *Building Configuration and Seismic Design*, John Wiley & Sons, 1982, p. 38.

5 Yanev, p. 87.

6 Communication avec Linda Brock.

4. ÉVALUATION DE LA MAISON
Détermination de la résistance d'une maison aux séismes

Le présent chapitre présente une méthode d'évaluation des caractéristiques parasismiques d'une maison et de la propriété immobilière. Les caractéristiques sont groupées en quatre sections, chacune étant accompagnée de sa liste de vérification. On trouvera les listes de vérification à l'Annexe H et l'évaluation d'une maison type à l'Annexe F.

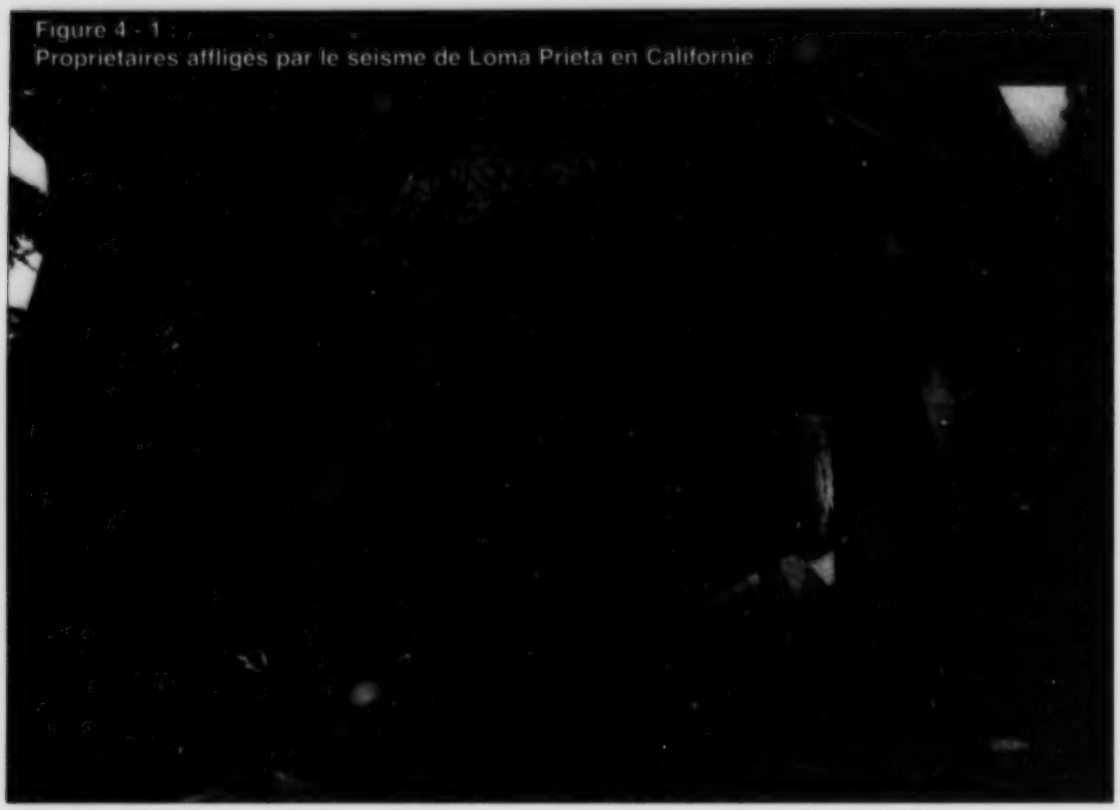


Figure 4 - 1 :
Propriétaires affligés par le seisme de Loma Prieta en Californie

OBJET DE L'ÉVALUATION DE LA MAISON

L'évaluation vise à déterminer à quel point les occupants, la maison et son contenu sont exposés aux risques sismiques. L'évaluation fait ressortir des problèmes spécifiques et donne un bon aperçu de la réaction de la maison en cas de séisme. Après avoir été effectuée, l'évaluation peut être utilisée pour établir l'ordre des priorités d'amélioration parasismique. Puisque ses ressources ne sont pas illimitées, le propriétaire pourra se servir de l'évaluation pour prendre en toute confiance des décisions sur l'échéancier des améliorations à court et à long termes.

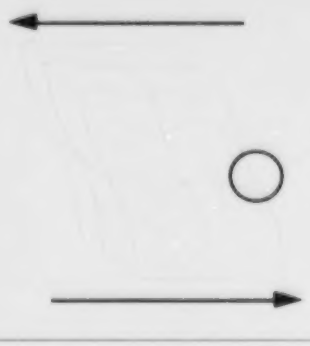
Les améliorations parasismiques découlant de l'évaluation augmenteront grandement la sécurité des occupants et réduiront les dommages matériels éventuels. En outre, ils réduiront les coûts réels et intangibles associés à un séisme important.

Ce chapitre présente une méthode d'évaluation des caractéristiques parasismiques d'une maison et de son contenu. Pour rendre l'évaluation réalisable et complète, nous avons divisé ce chapitre en quatre sections, chacune étant accompagnée de sa liste de vérification. Les sections expliquent les divers éléments de leur liste de vérification.

CARACTÉRISTIQUES DES MAISONS À OSSATURE DE BOIS

Les maisons à ossature de bois conçues et construites avec soin pour résister aux séismes sont extrêmement sûres pendant et après un séisme. Les ossatures de bois sont capables de résister aux secousses sismiques en raison de leur légèreté, de leur solidité et de leur souplesse. La légèreté réduit l'inertie découlant du fait que la charpente s'oppose au mouvement créé par le séisme. La solidité et la souplesse permettant à la charpente de fléchir sans se fissurer ni se rompre. Un bâtiment qui résiste bien aux séismes sans s'endommager résiste aussi aux répliques, qui sont parfois autant dévastatrices.

Figure 4 - 2 :
Inertie et souplesse des structures



La tendance d'un immeuble à garder sa position originale (inertie) agit comme une force dans le sens opposé au mouvement du sol.

Les éléments du bâtiment essaient d'harmoniser les deux forces (inertie du bâtiment et mouvement du sol) dans toute leur longueur et là où ils s'unissent.

Le sol sous le bâtiment se déplace rapidement en un mouvement alternatif.

Le fait d'avoir une ossature de bois ne rend pas automatiquement une maison à l'épreuve des séismes. Les maisons à ossature de bois qui recèlent des lacunes risquent de subir de graves dommages en cas de séisme. Les dommages causés ne sont pas le fruit des caractéristiques du bois, mais plutôt des lacunes du terrain, de la conception, des matériaux et de l'exécution.

UTILISATION DES SECTIONS DU CHAPITRE ET DES LISTES DE VÉRIFICATION

Nous avons divisé le processus d'évaluation en quatre catégories de vérification : propriété immobilière, extérieur, structure intérieure et contenu. Les sections du présent chapitre et les listes de vérification ont été divisées selon ces catégories. Pour faciliter l'utilisation des listes de vérification sur le terrain, nous nous sommes gardés de les surcharger de texte explicatif, préférant inclure ce texte néanmoins nécessaire dans les sections du présent chapitre. Chaque section correspond à une catégorie et est reliée à sa propre liste de vérification. Vous trouverez également les listes de vérification à l'Annexe H.

Voici les points traités par chacune des sections.

Section A - Évaluation de la propriété immobilière

La première tâche de l'évaluation des répercussions éventuelles d'un séisme sur une maison consiste à examiner la maison et son entourage. Le fait de connaître l'état de ces derniers peut avoir une incidence sur le programme d'amélioration et sur d'autres points importants comme le choix des voies d'issue de secours, la protection des services ou l'amélioration des structures annexes sur la propriété.

Section B - Évaluation de l'extérieur

Après avoir évalué l'état général du terrain, il faut examiner soigneusement les éléments extérieurs de la maison même. Plusieurs points se répercutant sur la résistance structurale et la sécurité des occupants peuvent être évalués depuis l'extérieur de la maison.

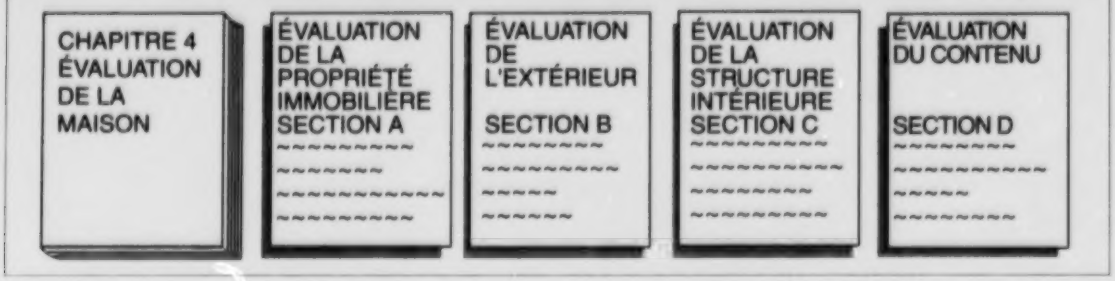
Section C - Évaluation de la structure intérieure

Après avoir consigné l'état de la propriété immobilière et de l'extérieur, il faut examiner soigneusement la structure intérieure. Il s'agit tout d'abord de détecter les éléments structuraux contribuant à la résistance sismique de la maison. Il est important que ces éléments soient en bon état et bien reliés les uns aux autres afin que la maison réagisse aux secousses sismiques en un seul bloc.

Section D - Évaluation du contenu

Il est tout aussi important de prendre en compte le contenu de la maison. Les dommages causés au contenu d'une maison peuvent la rendre dangereuse longtemps. Pensez, par exemple, aux inconvénients que peuvent occasionner des

Figure 4 - 3 :
Organisation du Chapitre 4



dommages à la plomberie. Au cours d'un séisme, un fort pourcentage de blessures et de décès sont attribuables au déplacement du contenu, même si les dommages à la charpente sont mineurs. Un bâtiment peut être intact, alors que les objets à l'intérieur se transforment en projectiles ou tombent sur les occupants. Parmi les éléments du contenu qui mettent en danger la survie des occupants au cours d'un séisme, citons les suivants : les appareils ménagers, la plomberie, les installations mécaniques et électriques de même que les éléments de construction non structuraux comme les plafonds, les appareils d'éclairage, les escaliers et les portes.

TRAVAILLER AVEC L'AIDE DES LISTES DE VÉRIFICATION

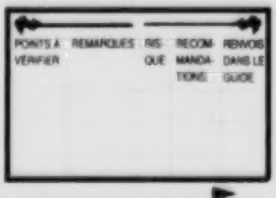
Nous avons conçu les listes de vérification pour que l'évaluateur s'en serve sur le terrain. Il serait bon que ce dernier lise d'abord le *Guide* et les sections portant sur l'évaluation et qu'il se donne la peine par la même occasion de prendre les mesures de la maison. La réalisation de diagrammes de la fondation et de la charpente de la maison se révèle une aide précieuse dans l'évaluation de la capacité de la maison de résister aux forces sismiques et constitue un point de départ pour l'établissement de plans d'étage et de dessins de façade dans le cadre de la préparation à l'amélioration parasismique.

Remarques à l'intention du lecteur

- Vous trouverez les listes de vérification à l'Annexe H.
- Vous trouverez un exemple d'évaluation de maison à l'Annexe F.

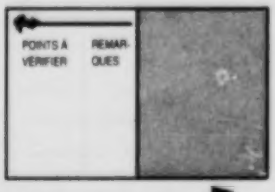
À propos des listes de vérification

Les listes de vérification se présentent sur deux pages en regard. Chaque ligne de la page gauche se poursuit sur la page droite.
Points à vérifier



LIRE DE GAUCHE À DROITE SUR TOUTE LA LARGEUR DU GUIDE

Sur la page ***gauche*** se trouvent les titres **Points à**



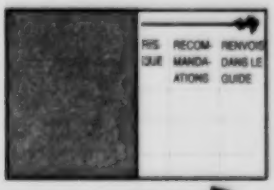
LIRE DE GAUCHE À DROITE SUR TOUTE LA LARGEUR DU GUIDE

vérifier et **Remarques**.

- La colonne tout à fait à gauche est intitulée **Rubrique** et permet de préciser un élément de la liste de vérification.
- La colonne **Points à vérifier** invite l'utilisation à cocher un point, à noter de l'information ou à indiquer les éléments à vérifier.
- La colonne **Remarques** permet d'indiquer des renseignements additionnels facilitant la

vérification.

La page ***droite*** renferme les colonnes **Risque**,



LIRE DE GAUCHE À DROITE SUR TOUTE LA LARGEUR DU GUIDE

Recommandations et **Renvois dans le *Guide*.**

- Dans la colonne **Risque** de la page droite, attribuez à chaque élément un des trois niveaux de risque numérotés par ordre ascendant de gravité.

- La colonne **Recommandations** renferme des explications touchant l'état de l'élément à vérifier afin de vous aider à comprendre de quoi il en retourne.

- La colonne **Renvois dans le Guide** tout à fait à droite vous renvoie aux pages pertinentes du *Guide*. Les numéros de page précédés de la lettre Q vous renvoient à un détail architectural dans l'Annexe C du *Guide*.

Il est important que nous vous précisions les trois niveaux de risque dont il est question dans le *Guide* :

Perte de vie est évidemment le niveau de risque le plus élevé.

Perte d'abri signifie que la maison serait inhabitable et irréparable à la suite d'un séisme pour les motifs indiqués dans l'évaluation.

Perte de biens dans les listes de vérification correspond au niveau le plus bas de dommages.

Voici un extrait de la liste de vérification comme elle se présente dans l'exemple d'évaluation de l'Annexe F. La page gauche de la liste de vérification non remplie se présente comme suit :

B5.1	❑ **Marquises, porches et terrasses :** • Les voies de sortie de la maison comportent-elles des marquises, des porches ou des terrasses ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Ces charpentes s'appuient-elles sur des fondations armées ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les fondations s'appuient-elles sur du sol intact et sous le niveau du terrain ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les éléments structuraux sous les terrasses sont-ils contreventés ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La surface des terrasses de bois est-elle en panneaux de contreplaqué ou en planches ? ❑ Épaisseur du contreplaqué : _____ ❑ Dimensions des planches : _____	• Ces éléments s'effondrent souvent au cours d'un séisme. • Les porches et les terrasses de bois au-dessus du sol sont souvent construits sans égard à la résistance sismique. Souvent, leur fondation laisse à désirer, n'est pas boulonnée à leur charpente et leur charpente n'est pas contreventée. • Si ces éléments ne se trouvent pas sur la voie de sortie ou que leur effondrement ne présente pas de danger, le propriétaire peut omettre de les améliorer si leur perte totale ou leur effondrement par suite d'un séisme ne le préoccupe pas. • Les planches de bois telles que les 1 x 4 couramment utilisées comme fond de clouage des bardeaux n'aident pas les toits à résister aux séismes. Par contre, les panneaux de contreplaqué bien cloués sur les chevrons offrent un excellent contreventement et une meilleure protection contre la chute d'éléments tels que les cheminées.

Remplie par l'utilisateur, cette partie de la liste de vérification pourrait se présenter comme suit (le texte ajouté par l'utilisateur est souligné) :

B5.1	❑ **Marquises, porches et terrasses :** • Les voies de sortie de la maison comportent-elles des marquises, des porches ou des terrasses ? ❑ **Non** ☑ **Oui** **Porche fermé dans l'entrée avant, marquise au-dessus des portes-fenêtres à l'arrière, terrasse au-dessus de la porte arrière donnant au sous-sol.** • Ces charpentes s'appuient-elles sur des fondations armées ? ☑ **Non** ❑ **Oui** **Le porche de l'entrée avant est fait de bois reposant sur des blocs de béton, la terrasse arrière repose sur des poteaux de béton non armés enfouis à une profondeur indéterminée sous le niveau du terrain.** • Les fondations s'appuient-elles sur du sol intact et sous le niveau du terrain ? ☑ **Non** ❑ **Oui** • Les éléments structuraux sous les terrasses sont-ils contreventés ? ☑ **Non** ❑ **Oui** • La surface des terrasses de bois est-elle en panneaux de contreplaqué ou en planches ? ❑ Épaisseur du contreplaqué : s/o. ☑ Dimensions des planches : **poteaux en 4 x 4, poutres composées et solives en 2 x 8.**	• Ces éléments s'effondrent souvent au cours d'un séisme. • Les porches et les terrasses de bois au-dessus du sol sont souvent construits sans égard à la résistance sismique. Souvent, leur fondation laisse à désirer, n'est pas boulonnée à leur charpente et leur charpente n'est pas contreventée. • Si ces éléments de se trouvent pas sur la voie de sortie ou que leur effondrement ne présente pas de danger, le propriétaire peut omettre de les améliorer si leur perte totale ou leur effondrement ne le préoccupe pas. • Les planches de bois telles que les 1 x 4 couramment utilisées comme fond de clouage des bardeaux n'aident pas les toits à résister aux séismes. Par contre, les panneaux de contreplaqué bien cloués sur les chevrons offrent un excellent contreventement et une meilleure protection contre la chute d'éléments tels que les cheminées.

La page droite de la liste de vérification non remplie renferme une colonne où l'on demande à l'utilisateur d'attribuer un niveau de risque à chaque élément. Les niveaux de risques sont les suivants :

1 **2** **3**	Pour chaque élément de la maison, évaluez le risque relatif que présente l'état actuel de cet élément et attribuez-lui un niveau de risque : **1** = perte de biens possible ; **2** = perte d'abri possible ; **3** = perte de vie possible.

La plupart du temps, cette partie droite de la liste de vérification portera la mention du niveau du risque, des notes prises sur le terrain et des recommandations détaillées sur la conception, comme il est illustré ci-après. En ce qui touche l'exemple des marquises et du porche ci-dessus, un séisme aurait probablement comme conséquence l'effondrement de la terrasse arrière et du porche de l'entrée avant, ni l'un ni l'autre ne risquant de causer une perte totale de la maison ou une perte de vie. C'est pourquoi l'évaluateur attribuera à ces éléments un niveau de risque ***1 - Perte de biens***. Après avoir été remplie, cette partie droite de la liste de vérification se présentera comme suit :

1	• Si les marquises, les porches ou les terrasses font partie de la voie de sortie, ils doivent être construits de façon à résister aux séismes et à protéger les personnes des débris tombant sur eux. Après un séisme, l'issue de secours sera probablement l'avant, car à l'arrière il y a de grands arbres, des poteaux d'électricité, etc. Pour protéger cette issue, remplacez la fondation du porche avant par une fondation armée et contreventez le mur de bois reliant la nouvelle fondation à la charpente de bois au-dessus.
1	• **Fondation :** Vérifiez si la fondation est adéquate compte tenu des charges. Installez une fondation armée sur le sol intact ou un autre type de fondation ouvrée. • **Connexions :** Assurez-vous que la charpente attenante est solidement fixée à la maison. Assurez-vous que les poteaux sont de taille suffisante et sont solidement fixés à la fondation et à la charpente (poutres et solives) au-dessus. Utilisez des connecteurs façonnés en acier galvanisé. • **Contreventement :** Contreventez les faces ouvertes des charpentes pour améliorer leur stabilité. Comme mesure minimale, installez des croix de St-André au sommet et à la base de chaque poteau vertical. Pour plus de détails, reportez-vous à la rubrique C1, Fondations, et à la rubrique C8, Connexions structurales, de la liste de vérification C. Exécutez tous les travaux soulignés dans le présent tableau pour la terrasse arrière.

Plan directeur

L'Annexe I renferme une formule de *Plan directeur d'amélioration parasismique* destinée à être utilisée conjointement avec les listes de vérification. Les listes de vérification étant complètes et détaillées et renfermant de nombreux éléments que toutes les maisons ne comporteront pas, nous avons prévu ce plan directeur pour permettre à l'évaluateur de résumer par type (propriété immobilière, extérieur, structure intérieure et contenu) et par niveau de risque les éléments à améliorer relevés dans les listes de vérification. Ce plan renferme aussi des colonnes où peuvent être inscrites des données sur les coûts, ce qui permet de transformer avec précision les données des listes de vérification en données budgétaires.

Vous trouverez à l'Annexe F une étude de cas utilisant le plan directeur.

Section A
ÉVALUATION DE LA PROPRIÉTÉ IMMOBILIÈRE

La première tâche de l'évaluation des répercussions éventuelles d'un séisme sur une maison consiste à examiner le terrain et son entourage. Le fait de connaître l'état de ces derniers peut avoir une incidence sur le programme d'amélioration et sur d'autres points importants comme le choix des voies d'issue de secours, la protection des services ou l'amélioration des structures annexes sur la propriété.

Dans les pages qui suivent, nous avons joint aux parties *Points à vérifier* et *Recommandations* de la liste de vérification A des textes explicatifs et des graphiques conçus pour aider le lecteur à évaluer sa propriété.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

A1	GÉOLOGIE DU TERRAIN ET DE LA RÉGION
	La géologie du terrain et de la région établit les conditions de base se répercutant sur la résistance sismique de la maison.
A1.1	❑ **Failles connues :** La présence d'une faille près de la maison risque beaucoup d'accroître les efforts auxquels seront soumis la maison en cas de séisme. Par le passé, les failles n'ont souvent été découvertes qu'après un séisme important. Néanmoins, plusieurs failles ont été cartographiées au Canada, et on peut obtenir cette information auprès de Ressources naturelles Canada, ministère pouvant également établir les risques particuliers d'un terrain donné.
A1.2	❑ **Montagnes, falaises et crêtes :** Les séismes provoquent des glissements de terrain à flanc de montagne. Les maison érigées sur des flancs amputés sont particulièrement vulnérables. Les glissements de terrain font pencher et rompre les fondations et causent souvent d'autres graves dommages structuraux. Les falaises près des grandes failles présentent des risques additionnels. Puisque les falaises ne sont pas supportées par du sol d'un côté, elles oscillent plus que le sol plat au cours d'un séisme. Les falaises le long des étendues d'eau peuvent subir l'action de tsunamis et de seiches. Les maisons érigées sur des crêtes comme celles près de falaises sont exposées à un risque élevé. Les crêtes n'étant supportées par du sol d'aucune part, elles oscillent plus que le sol plat au cours d'un séisme. À l'instar des falaises, les crêtes imposent aux bâtiments qui y sont érigés des efforts décuplés en cas de séisme.
A1.3	❑ **Zones humides :** Les bâtiments situés sur des zones qui sont ou étaient naturellement saturées d'eau comme des deltas, des marécages, des terrains de sol rapporté ou des polders entourant une baie et même d'anciens lacs présentent des risques sismiques élevés. Les sols saturés d'eau présentent des risques particuliers dans les régions sujettes aux séismes. Les sols saturés d'eau exercent une forte pression sur les fondations, les murs de fondations et les murs de soutènement. Si en plus ces sols sont en pente, la gravité augmente la pression exercée sur tout ce qui se trouve sur le passage d'un glissement de terrain au cours d'un séisme. L'effet combiné de la pente et du sol saturé d'eau présente un danger accru de glissement de terrain.[1]

RECOMMANDATIONS

- Voir au Chapitre 2, page 17, le propos général sur les conditions géologiques se répercutant sur les terrains à bâtir.
- Les maisons situées à proximité des conditions géologiques indiquées doivent être conçues de manière à résister aux pires forces sismiques attendues.
- Si vous comptez acheter un terrain ayant les conditions suivantes connues ou redoutées, consultez un spécialiste.

❑ **Failles connues :**

- Si une maison est située sur une faille connue ou à proximité, il faut la renforcer et la protéger par la totalité des mesures exposées dans le *Guide*.

❑ **Montagnes, falaises et crêtes :**

- Les pentes amputées ou remblayées nécessitent des systèmes de drainage et des murs de soutènement dûment conçus. La terre rapportée doit être soigneusement choisie et installée pour réduire les risques de glissements de terrain provoqués par les séismes.
- Les propriétés situées sur des zones connues de glissement de terrain risquent davantage de subir des dommages et doivent être évaluées par un expert-conseil en géotechnique.
- En général, il faut renforcer et protéger par la totalité des mesures exposées dans le *Guide* les maisons qui sont situées sur des montagnes, des falaises et des crêtes ou peuvent être affectées par celles-ci.

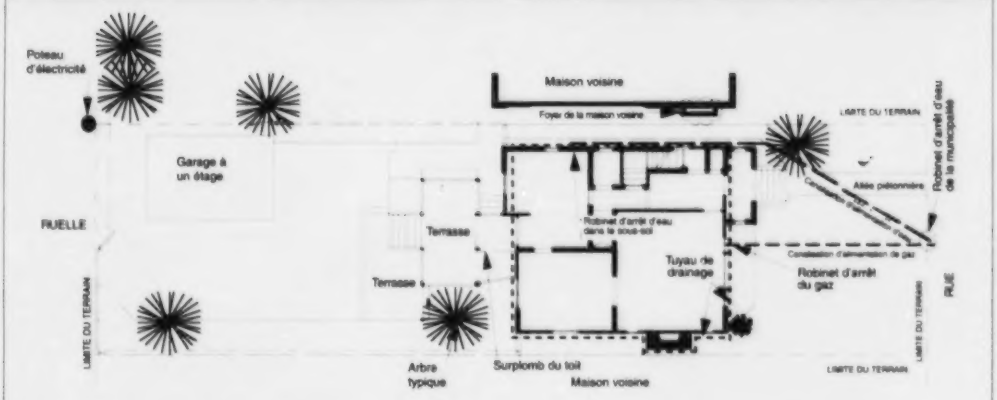
❑ **Zones humides :**

- Lorsque ces situations se présentent, consultez un spécialiste au sujet de l'amélioration parasismique.
- Consultez les services de construction et de génie municipaux pour avoir plus de détails sur les conditions géologiques de votre secteur.
- En général, profitez de tout projet de réparation ou de rénovation impliquant des travaux d'excavation pour vérifier l'état du drainage du terrain et améliorer, au besoin, ce dernier.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
A1.4	❑ **Sols :** Selon l'examen de récents séismes majeurs réalisé par des scientifiques, le type de sol portant les structures joue un rôle déterminant dans les dommages qu'elles subissent. Chaque type de sol réagit aux séismes avec une intensité qui lui est propre et présente donc un degré particulier de risques. Les types de sol se divisent en quatre catégories de résistance sismique décroissante. Plus le sol meuble sur lequel est érigé un bâtiment est profond, plus les vibrations y sont intenses. Plus un bâtiment vibre, plus grands sont les dommages qu'il subit.[2] Les catégories de sol sont les suivantes : 1) roc ; 2) sol dur sur du roc ; 3) sol d'une profondeur d'au moins 12 m dont les premiers 6 m sont constitués d'argile de dureté faible à moyenne mais ne comptant pas plus de 12 m d'argile molle ; 4) sol comportant plus de 12 m d'argile molle. Les types de sol des catégories supérieures sont moins vulnérables en général aux séismes. Le roc et le sol dur sur du roc transmettent faiblement les forces sismiques à la maison. Les sols profonds, les sols argileux, les sols situés dans des plaines alluviales et les sols saturés non compactés sont sujets à des vibrations excessives et à la liquéfaction en cas de séisme.

A2	CARACTÉRISTIQUES DU TERRAIN
	Éléments sur le terrain et hors du terrain pouvant présenter un danger.

Figure 4A-1 :
Plan de situation typique illustrant les caractéristiques du terrain



RECOMMANDATIONS

❑ **Sols :**

- Consultez les services de construction et de génie municipaux pour avoir plus de détails sur les conditions géologiques de votre secteur.

- Si votre terrain relève des catégories de sol 3) et 4), appliquez les conseils d'un architecte pour que votre maison résiste aux réactions sismiques de ces catégories de sol.

- Le matériau utilisé comme terre rapportée et la façon de l'installer constituent les éléments fondamentaux de tous les terrains aménagés par remblayage. Pour remblayer convenablement un terrain, la terre rapportée doit comporter du gravier et être installée par couches d'une certaine épaisseur, chacune étant compactée jusqu'à ce qu'elle atteigne un pourcentage préétabli de sa densité maximale. C'est le cas notamment des terrains remblayés à flanc de montagne, des terrains marécageux remblayés et des autres terrains aménagés par remblayage. Faute de la bonne technique de remblayage, la structure de ces terrains est vulnérable en cas de séisme.

Tracez le plan de la maison, de la propriété et de son entourage afin d'y situer les éléments et les dangers. Dans ce plan, indiquez les éléments suivants :

- Grands arbres
- Piscines
- Poteaux de services publics
- Bâtiments annexes
- Murs de soutènement et murs indépendants
- Emplacement des services publics
- Drains de fondation
- Périls des terrains avoisinants

L'Annexe F renferme un plan de situation plus détaillé à titre d'étude de cas.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
A2.1	❑ **Grands arbres :** Selon leur âge, leur taille et leur état de santé, les grands arbres présentent des dangers potentiels en cas de séismes ou de tempêtes. Il faut évaluer ces dangers par rapport aux aspects positifs suivants : ombrage (l'été), beauté, qualités écologiques, qualité de l'air et habitats pour les oiseaux et les animaux.
A2.2	❑ **Piscines :** Les dommages causés aux piscines sont normalement reliés à la proximité de l'épicentre ou d'une faille. Les secousses sismiques peuvent facilement causer la rupture de l'enceinte des piscines. L'eau des piscines peut également causer des dommages par ballottement ou déversement d'une enceinte rompue. Dans le cas d'une piscine à flanc de montagne, la libération soudaine de l'eau par ballottement ou déversement d'une enceinte rompue et les débris qu'elle entraîne peuvent causer des dommages à ce qui se trouve plus bas.
A2.3	❑ **Poteaux de services publics :** Si certaines normes d'installation et conceptions modernes de poteaux de services publics tiennent compte des séismes, la tendance à laisser les poteaux vieillir en place risque de leur infliger des charges pour lesquelles ils n'ont pas été conçus. Par exemple, il arrive qu'on ajoute de lourds câbles de télévision à des poteaux qui n'ont jamais été conçus pour soutenir ces câbles. D'habitude, les poteaux de bois sont traités avec de grandes quantités de produit de préservation pour le bois pour allonger leur durée utile ; toutefois, ces produits se font graduellement lessiver. La surface et peut-être même le cœur des vieux poteaux de bois sont souvent pourris.
A2.4	❑ **Bâtiments annexes :** Souvent, des bâtiments annexes indépendants tels que des garages et des constructions de jardin accompagnent la maison. Leur qualité et leur âge fluctuent énormément, et il faut les évaluer en conséquence. Les bâtiments annexes ont souvent de piètres fondations, c'est-à-dire de petits poteaux ou piliers non armés auxquels ils sont insuffisamment fixés. Il peut s'avérer inutile d'améliorer la charpente de ces bâtiments. Par contre, un garage de construction récente peut se trouver sur une fondation de béton armé à laquelle il est quelque peu boulonné. On peut contreventer les poteaux exposés à l'intérieur du garage. Ce type de garage étant d'ordinaire de petite taille, la charpente de son toit est parfois plus solide que nécessaire, d'où une bonne résistance aux séismes. Néanmoins, ce même garage neuf peut être affaibli par la largeur excessive de sa porte d'accès pour la voiture. Si un bâtiment annexe peut devenir un abri temporaire à la suite d'un séisme, c'est peut-être la première amélioration à envisager si la maison risque de devenir inhabitable après un séisme et que le budget ne permet que cette amélioration.
A2.5	❑ **Murs de soutènement et murs indépendants :** Si ces éléments sont conçus pour retenir la terre, ils peuvent facilement s'effondrer en raison de secousses sismiques. Les murs de soutènement supportent des charges inégales de par leur architecture et risquent donc de s'effondrer au cours d'un séisme, surtout si les sols qu'ils retiennent sont très humides et mal drainés. Les murs indépendants comme ceux qui délimitent souvent un terrain sont rarement conçus de manière à résister aux séismes. S'ils sont faits de matériaux lourds tels que de la brique, de la pierre ou du béton, ces murs peuvent être dangereux en cas d'effondrement. La rupture de murs de soutènement construits pour stabiliser une pente peut laisser le sol qu'ils retiennent dévaler dans une maison. La terre rapportée retenue par un mur de soutènement dans une pente peut endommager la maison si ce mur cède et que la terre s'éloigne de cette dernière. L'effondrement du mur et le mouvement du sol derrière lui peuvent également endommager les charpentes situées en bas.

RECOMMANDATIONS

❑ **Grands arbres :**

- Vérifiez le système radiculaire des arbres près de la maison. Les espèces comme l'aulne n'étant enracinées qu'en superficie, elles risquent d'être déracinées au cours d'un séisme. Certains arbres sont plus vulnérables seuls qu'en bosquet.

- On peut réduire les risques que présentent les grands arbres par l'entretien. Par exemple, chargez environ tous les cinq ans un élagueur professionnel d'enlever toutes les branches mortes ou malades et d'effectuer un émondage général. Celui-ci pourra allonger la vie de vos arbres et vous aviser si vous devez les couper parce qu'ils risquent de tomber.

❑ **Piscines :**

- On ne peut presque rien faire pour protéger les piscines contre des déplacements localisés de terrain, si ce n'est d'installer celles-ci sur un sol stable d'un point de vue géologique. Quant aux piscines neuves, elles doivent être installées sur un sol solide et être conçues pour résister aux secousses sismiques.

- L'entretien de la structure des piscines et de tout mur de soutènement y étant associé réduira les risques de rupture de l'enceinte des piscines.

❑ **Poteaux de services publics :**

- Vérifiez si l'effondrement éventuel des poteaux de services publics risque d'endommager la maison ou de l'exposer à des décharges électriques. Vérifiez si la surface semble pourrie et si les poteaux semblent surchargés ou penchés. En cas de doute, demandez à l'entreprise de services publics de réparer ou de remplacer les poteaux défectueux, mais prévoyez entre-temps des voies d'issue d'urgence éloignées des dangers potentiels que présentent ces poteaux.

- Appuyez les mesures d'amélioration des rues et des ruelles, dont l'enfouissement des câbles électriques.

❑ **Bâtiments annexes :**

- Évaluez la charpente des bâtiments annexes de la même manière que vous le feriez pour la maison, à l'aide du *Guide*.

- Si le bâtiment annexe est beaucoup moins résistant aux séismes que la maison, améliorez-le ou, si son effondrement ne vous préoccupe pas, prévoyez qu'aucune voie d'issue de secours ne passera près de ce bâtiment et ne l'utilisez pas pour y entreposer des fournitures en cas d'urgence.

- Si un bâtiment annexe est aussi solide que la maison sinon davantage, prévoyez l'utiliser comme abri temporaire à la suite d'un séisme. L'amélioration parasismique d'un bâtiment annexe coûte habituellement moins cher que celle de la maison.

- Puisque de nombreux bâtiments annexes se trouvent plus près que la maison des services publics, ils peuvent s'avérer utiles comme abri temporaire en cas d'effondrement d'un poteau de services publics.

❑ **Murs de soutènement et murs indépendants :**

- Pour assurer l'intégrité de ces structures, il faut les renforcer de la même manière qu'on arme le béton et les immeubles de maçonnerie. Les semelles doivent être suffisamment larges, les murs et les semelles doivent comporter une armature verticale et horizontale et les murs de maçonnerie doivent être dûment armés et liaisonnés par injection.

- Puisque les murs de soutènement et les murs indépendants sont exposés à la pluie et à la neige, ils doivent comporter un faîte de protection contre les intempéries. Les murs de soutènement doivent en outre être protégés sous le niveau du terrain final contre les sols saturés d'eau à l'aide d'une membrane imperméable. Faute de cette membrane, l'infiltration d'eau dans le mur endommagera gravement le béton et l'armature.

- Les sols saturés d'eau infligent une pression additionnelle aux murs de soutènement, ce qui accroît les efforts auxquels sont soumis ces murs en cas de séisme. Prévoyez un système de drainage derrière ces murs et une rigole pour évacuer l'eau de surface.

- Pour plus de détails, reportez-vous au Chapitre 4, Section A, page 51.

- L'Annexe C du *Guide* renferme des détails techniques sur l'amélioration parasismique des murs de soutènement et des murs indépendants.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

A2.6

❑ **Services publics enfouis :**

Au cours d'un séisme, le sol et la maison bougent. Puisque la plupart des équipements de services publics enfouis sont rigides, leurs raccords pourraient se rompre.

Les services publics présentent les dangers suivants :

GAZ NATUREL	explosion, incendie
EAU	érosion, dommages causés par l'eau
VAPEUR	rupture, brûlures
ÉGOUTS	érosion, dommages causés par les eaux usées, maladies
ÉGOUTS PLUVIAUX	dommages causés par l'eau, maladies
ÉLECTRICITÉ	électrocution, incendie

Le déclenchement d'un incendie postérieur à un séisme est très probable, en particulier lorsque la charpente de la maison est touchée. Le gaz naturel est la cause la plus courante d'incendie. Souvent, les conduites de gaz passant sous la fondation ou au travers d'une charpente effondrée se rompent. Le déplacement des appareils ménagers au gaz au cours d'un séisme peut également causer la rupture de conduites de gaz.

RECOMMANDATIONS

❑ **Services publics enfouis :**

- Si des glissements ou des déplacements importants de terrain se produisent dans l'entourage de votre maison, les services publics enfouis tels que le gaz naturel, l'eau, la vapeur, les égouts, les égouts pluviaux, le téléphone et l'électricité risquent fort d'être endommagés. Vous reconnaîtrez la présence d'un problème par le fait que votre maison est privée de services.

- Dans ce cas, prenez les mesures suivantes :
  (1) Essayez d'aviser l'entreprise de services publics ;
  (2) Protégez-vous ainsi que vos objets de valeur contre les dangers;
  (3) Installez des panneaux de mise en garde dans votre voisinage pour signaler des dangers comme une conduite de gaz rompue ou des fils électriques exposés.

- **Gaz naturel :**
  Il est important que vous sachiez l'emplacement du compteur et du robinet extérieur d'arrêt du gaz naturel. Laissez une clé de la dimension appropriée près du robinet au cas où vous devriez le fermer par crainte d'une fuite de gaz. Sinon, faites installer un robinet d'arrêt automatique de l'alimentation en gaz en cas de séisme. Retenez que seul un monteur d'installation au gaz doit rouvrir le robinet, vérifier les conduites et rallumer les appareils ménagers au gaz.

- **Propane :**
  Aux recommandations s'appliquant au gaz naturel s'ajoutent des contraintes en cas de séisme pour les citernes installées en applique.
  Bon nombre de citernes à propane utilisent des tuyaux semi-rigides de petit diamètre pour acheminer le gaz propane à la maison. Il faut soigneusement inspecter ces tuyaux afin d'y détecter toute fuite à la suite d'un séisme.

- **Eau :**
  Sachez l'emplacement de vos robinets d'arrêt d'eau, il y en a souvent deux. Le premier se trouve entre la maison et la canalisation d'alimentation d'eau de la municipalité, habituellement devant la maison à proximité de la limite du terrain. Le second se trouve souvent à l'intérieur de la maison là où la canalisation d'alimentation en eau entre dans la maison. Rangez les outils nécessaires à la fermeture de ces robinets dans un endroit commode près du robinet intérieur. Sinon, faites installer un robinet d'arrêt automatique de l'alimentation en eau en cas de séisme.

  Ayez toujours une réserve d'eau potable en cas d'urgence. Toutefois, si l'eau n'est pas traitée, sa durée de conservation est d'environ six mois ; vous devez donc la jeter et la remplacer deux fois par année. Vous pouvez acheter des comprimés prolongeant la durée de conservation de l'eau.

  Plusieurs méthodes vous permettent de constituer une réserve d'eau potable en cas d'urgence. Une bonne méthode consiste à en garder dans le congélateur. Une autre consiste à placer un ou plusieurs barils d'eau bien scellés dans la cour arrière, loin des objets pouvant s'effondrer. Après un séisme, vous pouvez transporter ces barils dans votre abri temporaire.

- **Protection incendie :**
  Outre les extincteurs que doit renfermer votre maison, installez des extincteurs dans les bâtiments annexes et vos véhicules. En cas d'urgence, certains extincteurs seront ainsi plus accessibles que d'autres.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
A2.7	❑ **Drainage de la fondation :** Dans la résistance des structures aux séismes, les systèmes de drainage des fondations, les murs de fondations de la maison et les murs de soutènement sur la propriété jouent un rôle crucial. Les sols saturés d'eau présentent un risque additionnel. Les sols qui se saturent d'eau exercent une très forte pression sur ces structures de soutien. Les sols saturés d'eau exercent une pression encore beaucoup plus grande sur ce qui se trouve sur leur passage si un séisme s'abat sur eux. Dans les terrains inclinés, la pression des sols saturés d'eau, combinée à la gravité, présente un risque très élevé de glissement de terrain.

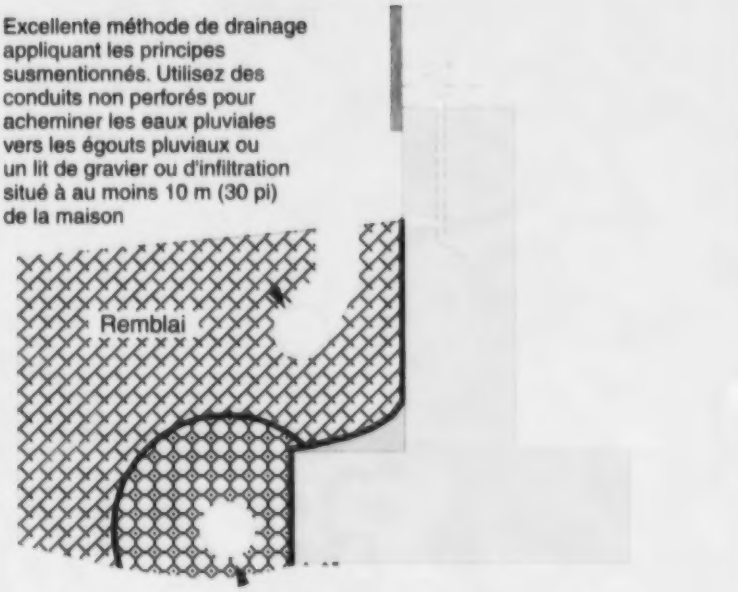
RECOMMANDATIONS

❑ **Drainage de la fondation :**

- Tracez un plan du système de drainage de la maison et des murs de soutènement en portant une attention particulière aux points souhaitables suivants :
  - Le relief du terrain éloigne des fondations les eaux pluviales ;
  - Les descentes pluviales se déversent loin des fondations ;
  - Le drainage des descentes pluviales est indépendant de celui des semelles de fondation ;
  - Les murs de soutènement sont pourvus d'un système de drainage ;
  - Le système de drainage du terrain est indépendant du système de drainage des semelles de fondation autour de la maison.

- Les drains des semelles de fondation doivent être indépendants de tout autre système de drainage du terrain. Si l'on combine ces deux systèmes, on risque davantage que les conduites soient endommagées ou obstruées, ce qui provoquerait la saturation du sol adjacent. Malheureusement, il faut souvent entreprendre des travaux majeurs de reconstruction du système de drainage de la fondation pour séparer ces deux systèmes dans le cas d'une vieille maison.

Figure 4A - 2 :
Excellente méthode de drainage appliquant les principes susmentionnés



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
A2.8	❑ **Dangers que présentent les propriétés adjacentes :** Dans l'évaluation des répercussions d'un séisme, il faut tenir compte de l'effet des éléments situés sur les propriétés adjacentes. Par exemple, les maisons voisines ont-elles des cheminées ou d'autres éléments faisant face à votre propriété et pouvant tomber ? Y a-t-il un immeuble voisin très haut ou très près ? Ces points et d'autres points menacent-ils votre sécurité ?

1 Helfant, David Benaroya, *Earthquake Safe: A Hazard Reduction Manual for Homes*, Builders Booksource, 1817 Fourth Street, Berkeley, CA, 1989, p. 12.

2 Ibid, pp. 8 et 9.

RECOMMANDATIONS

❑ **Dangers que présentent les propriétés adjacentes :**

- Évaluez les dangers que présentent les propriétés adjacentes à l'aide des listes de vérification et des remarques suivantes. Essayez de mettre au point une démarche d'amélioration de concert avec les voisins dont la propriété présente des dangers pour votre propriété.
- Si cette démarche est impossible, évitez autant que possible que les voies d'issue de secours se trouvent à proximité des dangers que présentent les propriétés adjacentes. Adoptez des stratégies d'amélioration parasismique comme le renforcement général des murs sur lesquels les structures de propriétés adjacentes risquent de s'effondrer. Reportez-vous également au Chapitre 4, Section C, pages 108 à 115.

Section B
ÉVALUATION DE L'EXTÉRIEUR

Après que vous avez évalué l'état général des éléments de votre propriété, la prochaine étape du processus d'analyse consiste à examiner soigneusement l'extérieur de la maison même. Plusieurs points se répercutant sur la résistance structurale et la sécurité des occupants peuvent être évalués depuis l'extérieur de la maison.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

B1	ÉTAT ET CONSTRUCTION DE L'EXTÉRIEUR
	L'état général d'une maison est un bon indice de sa résistance aux séismes. Par l'évaluation soignée de l'extérieur de la maison, on peut déceler les éléments de la maison qui poseront des problèmes en cas de séisme. Leur état se répercute directement sur la capacité de la maison de résister aux forces sismiques.
B1.1	❑ **État général de l'extérieur :** Une maison en mauvais état présente souvent des problèmes à la fois de charpente et d'esthétique. Si de l'eau s'infiltre sous forme de neige ou de pluie dans la charpente, celle-ci se détériorera graduellement. L'emplacement et la taille des portes et des fenêtres, le type d'ossature de bois, et en particulier le type de revêtement primaire et de parement, varient selon l'année de construction de la maison et sont autant de facteurs se répercutant sur la résistance sismique de la maison.
B1.2	❑ **État de la maison près de la surface du terrain :** Le bois qui est en contact avec le sol sera attaqué par la moisissure, les champignons, les insectes, tels que les fourmis charpentières et les termites, et, éventuellement, la pourriture, ce qui mine la capacité de la charpente de résister aux séismes. L'endroit où l'ossature de bois s'appuie sur la fondation doit pouvoir résister à de très fortes secousses sismiques, car c'est à cet endroit que la charpente se brise le plus souvent. Le terrain au périmètre de la maison doit être légèrement en pente de manière à éloigner des fondations l'eau de pluie et de fonte des neiges. Les sols saturés d'eau présentent un danger accru en raison de la forte pression qu'ils exercent sur les fondations. Dans les terrains inclinés, la pression des sols saturés d'eau, combinée à la gravité, présente un risque très élevé de glissement de terrain. L'eau qui stagne près des fondations peut détériorer celles-ci et inonder le sous-sol.
B1.3	❑ **Construction de l'extérieur :** L'emplacement et la taille des portes et des fenêtres, le type d'ossature de bois, et en particulier le type de revêtement primaire et de parement, varient selon l'année de construction de la maison et sont autant de facteurs se répercutant sur la résistance sismique de la maison.

RECOMMANDATIONS

Consultez les services de construction et de génie municipaux pour avoir plus de détails sur l'âge de la maison, les techniques de construction et les matériaux utilisés et sur les conditions géologiques de votre secteur ayant des implications sur l'entretien et la résistance sismique de la maison. Parmi les autres sources d'information, citons les archives locales, le bureau des titres de biens-fonds et l'association locale des constructeurs d'habitations.

❑ **État général de l'extérieur :**

Inspectez au moins tous les ans la maison depuis son faîte jusqu'au sol et au vide sanitaire. Vérifiez les endroits où l'eau peut s'infiltrer, notamment :

- Solin autour des cheminées, fenêtres et changement de niveau du toit ;
- Fissures dans les murs de maçonnerie ou de stucco ou fentes et noeuds dans le parement de bois ;
- Moulures de bois ayant besoin d'un entretien régulier tel que peinture ou calfeutrage.

- Examinez la construction des murs extérieurs. Il est souvent possible d'examiner l'enveloppe de la maison ainsi que sa structure dans les pièces non finies, les vides sanitaires, les greniers et les endroits où l'enveloppe a été percée pour y installer le tuyau de ventilation de la sécheuse ou des ventilateurs de salle de bains. Il est également important de déterminer la façon dont les matériaux sont assemblés les uns aux autres, par exemple la taille des clous et leur espacement pour le revêtement primaire et le parement extérieur et pour le parement intérieur comme les panneaux de gypse. Les caractéristiques des matériaux et les méthodes d'assemblage déterminent la résistance des matériaux aux forces sismiques.

❑ **État de la maison près de la surface du terrain :**

- Près de la surface du terrain, vérifiez si le bois est pourri ou endommagé par les insectes et réparez-le, s'il y a lieu.
- Prévoyez un espace d'au moins 200 mm (8 po) entre la surface du sol fini et le bois.
- Créez une pente de manière à éloigner de la fondation l'eau d'écoulement de la pluie et de la fonte de la neige.
- Aux endroits où vous ne pouvez pas créer une pente ascendante suffisante vers la maison, par exemple lorsque la marge latérale entre les maisons est trop mince, creusez une rigole pour que l'eau d'écoulement s'éloigne le plus possible des murs de fondation. Éloigner l'eau même de 300 mm (12 po) est bénéfique pour les murs de fondation.
- Empêchez les descentes pluviales de se déverser près des fondations.
- L'évacuation des eaux d'écoulement du terrain et du toit doit se faire par un système de conduits indépendant du système de drainage de la fondation et de la semelle de la maison.

❑ **Construction de l'extérieur :**

Examinez la construction des murs extérieurs. Il est souvent possible d'examiner l'enveloppe de la maison ainsi que sa structure dans les pièces non finies, les vides sanitaires, les greniers et les endroits où l'enveloppe a été percée pour y installer le tuyau de ventilation de la sécheuse ou des ventilateurs de salle de bains. Essayez de déterminer l'emplacement et l'efficacité des contreventements (pour plus de détails sur le contreventement des murs, voir le Chapitre 4, Section C, page 110). Il est également important de déterminer la façon dont les matériaux sont assemblés les uns aux autres, par exemple la taille des clous et leur espacement pour le revêtement primaire et le parement extérieur et pour le parement intérieur comme les panneaux de gypse. Les caractéristiques des matériaux et les méthodes d'assemblage déterminent la résistance des matériaux aux forces sismiques.

Pour retarder la détérioration de la charpente, entretenez l'extérieur de votre maison.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	• **Construction extérieure âgée :** Les maisons construites avant 1940 environ sont généralement pourvues d'un revêtement primaire horizontal ou diagonal sous leur parement extérieur, ce qui leur confère une certaine résistance sismique moindre que celle du contreplaqué toutefois. Dans l'Ouest canadien, des matériaux comme le stucco étaient souvent appliqués par dessus de lattes de bois horizontales ou verticales, ce qui créait des voies d'infiltration d'eau dans les murs et réduisait leur résistance à long terme comparativement à de nombreuses méthodes d'applications plus récentes. Les maisons construites entre 1940 et 1975 environ peuvent comporter des panneaux de fibres comme revêtement primaire, matériau offrant moins de résistance sismique que les planches ou le contreplaqué. Le parement extérieur de stucco des maisons construites avant 1970 était souvent appliqué par dessus des lattes de bois horizontales ou verticales, ce qui créait des voies d'infiltration d'eau dans les murs et réduisait leur résistance à long terme comparativement à de nombreuses méthodes d'applications plus récentes. Les lattes métalliques utilisées de nos jours peuvent produire une finition plus résistante aux séismes si l'application du stucco est suffisamment soignée pour empêcher l'infiltration d'eau. Les maisons construites après 1975 sont souvent pourvues d'un parement primaire en panneaux de contreplaqué ou de particules orientées, matériaux supérieurs à la plupart des autres matériaux de revêtement primaire quant à la résistance sismique. • **Construction extérieure récente :** Dans les années 1990, on revêt l'ossature de bois de certaines maisons d'un isolant rigide et d'un contreventement métallique en diagonale comme méthode de résistance sismique.
B2	**TYPES TRADITIONNELS DE MAISONS**
	La configuration des étages et leur nombre se répercutent sur la résistance sismique. Si, au Canada, presque chaque maison diffère légèrement de celles de son quartier, on trouve à peine quelques types génériques de maisons du point de vue de la résistance sismique. Ces types reposent sur la configuration des étages et leur nombre.

RECOMMANDATIONS

- **Construction extérieure âgée :**
  Lorsque les murs sont exposés par des travaux de réparation ou de rénovation, examinez les matériaux, et en particulier ceux du revêtement primaire. Si la charpente des murs est exposée (poteaux intérieurs ou extérieurs ou revêtement primaire), profitez-en pour améliorer le contreventement.

  Si la maison repose sur un muret, améliorez la résistance horizontale de ce dernier par l'ajout d'un contreventement parasismique et de connecteurs métalliques.

  Pour connaître les détails applicables, voir le Chapitre 4, Section C, page 104.

- **Construction extérieure récente :**
  Pour les maisons récemment construites, communiquez avec les autorités municipales et le constructeur afin de déterminer la construction extérieure.

  Cependant, d'ordinaire les murs extérieurs sont revêtus de panneaux de 1 po x 10 po ayant servi au coffrage de la fondation en béton et appliqués horizontalement comme revêtement primaire des murs de l'étage inférieur et du bas des murs du second étage. Le reste des murs est habituellement revêtu de panneaux de contreplaqué ou de copeaux orientés.

  Les panneaux ayant servi au coffrage de la fondation peuvent servir de parement primaire à condition d'être utilisés pour l'étage supérieur, mais jamais pour l'étage principal ou le muret. Pour assurer le meilleur rendement parasismique de la maison et la meilleure utilisation des matériaux qui soient, il faut installer du contreplaqué dûment cloué sur les murs inférieurs.

Les plans qui sont simples et symétriques permettent une répartition égale des murs contreventés, et les diaphragmes de plancher et de toit presque continues résistent mieux aux déformations, contrairement aux géométries complexes comportant de grandes ouvertures dans les diaphragmes de plancher et de toit, dans les murs contreventés et en particulier dans les coins. Ces grandes ouvertures doivent être conçues par des architectes pour pouvoir résister adéquatement aux forces sismiques.

POINTS À VÉRIFIER

- **Bungalow :**
  Puisque le bungalow est le type de maison le plus rentable dans la plupart des régions canadiennes, il est extrêmement courant. Il se caractérise par une surface habitable répartie sur un seul étage. Ce type de maison s'accompagne d'une panoplie de toits et peut reposer sur une dalle de fondation, un vide sanitaire ou un sous-sol partiel ou pleine hauteur, mais il est conçu de façon à ce que l'étage principal se trouve à proximité du niveau du sol fini adjacent.

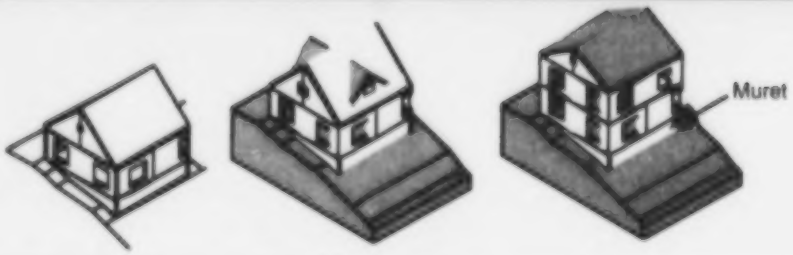
  Au bungalow peut s'ajouter un garage attenant ou indépendant, ce dernier type de garage étant parfois relié à la maison par un passage extérieur recouvert.

Figure 4B - 1 :
Diverses formes de bungalow (un étage)

- **Maison reposant sur un muret :**
  Pour élever l'ossature de bois au-dessus du sol fini adjacent, installer des fenêtres au sous-sol ou réduire les frais d'excavation, on construit souvent de petits murets de bois supportant l'étage inférieur de la maison. La hauteur des murets oscille entre 450 mm (18 po) et presque la totalité d'un étage dans certains endroits comme à Victoria ou à Vancouver. Ce type de maison présente les plus grands défis d'amélioration parasismique. Le muret est souvent construit sans contreventement ou presque. En cas de séisme, la maison se comporte comme si elle reposait sur un jeu de dominos (les poteaux) qui, faute de contreventement, ne forment pas de diaphragme. De surcroît, le muret n'est pas toujours bien relié à la fondation sur laquelle il repose et à la charpente de plancher qu'il soutient. On ne s'étonnera donc pas que jusqu'aux trois quarts des dommages, des blessures et des décès lors de séismes majeurs soient attribuables à l'effondrement de murets.

  Ce type de maison se trouve dans les bungalows, les maisons à mi-étages et les maisons à deux étages.

Figure 4B - 2 :
Maison reposant sur un muret (bungalow, maison à mi-étages et maison à deux étages)



RECOMMANDATIONS

Bungalow :

- Puisque le bungalow est construit près du sol, c'est probablement le type de maison le plus sûr en cas de séisme.
- Pour en rehausser la résistance sismique, portez attention aux détails parasismiques. Dans l'amélioration parasismique de ce type de maison, on peut tenir compte des données sur les fondations, les murets, les murs de l'étage principal et le renforcement du périmètre des ouvertures.
- Déterminez la qualité de l'exécution appliquée à la construction des maisons existantes et la nature et l'état des matériaux de construction.

Maison reposant sur un muret :

Puisque le muret est le point faible de la maison, attachez-vous à renforcer ce mur de la manière suivante :

- Fixez solidement le muret à la fondation sur laquelle il repose et au plancher et aux structures qu'il supporte ;
- Contreventez le muret de manière à ce qu'il se comporte comme une charpente continue et résistante plutôt qu'une série de poteaux faibles tels des dominos.

Pour de plus amples renseignements sur les murets, voir le Chapitre 4, Section C, page 104.

- **Maison haute — un étage et demi, deux étages ou trois étages :**
  Les codes du bâtiment qui régissent la construction des maisons au Canada autorisent la construction de maisons pouvant compter jusqu'à trois étages et un sous-sol. Les constructions de maisons hautes, dont le toit s'élève souvent à plus de 10 m (33 pi) au-dessus du sol, se généralisent dans les régions où le terrain est onéreux. De nombreuses vieilles maisons dans ces régions atteignent une telle hauteur.

  Plus le bâtiment est lourd et le poids éloigné du sol, plus le risque de dommages est élevé. Par exemple, une maison à trois étages pourvue d'un toit en tuile de terre cuite et d'une cheminée de maçonnerie sera plus vulnérable qu'une maison de deux étages pourvue d'un toit de bardeaux de bois et d'une cheminée métallique. La taille et la forme du bâtiment de même que la nature et l'emplacement des éléments structuraux et non structuraux jouent un rôle déterminant dans la résistance sismique du bâtiment :

  Poids de la charpente (charge permanente), surcharges dues au vent et à la pluie et à la neige sur le toit
  + Charge permanente du troisième étage, surcharges dues au vent, mobilier et occupants
  + Charge permanente du deuxième étage, surcharges dues au vent, mobilier et occupants
  + Charge permanente du premier étage, surcharges dues au vent, mobilier et occupants
  = Charges s'appuyant sur les murets et les fondations.

  Toutes ces charges peuvent se transférer à la charpente en cas de séisme.

Figure 4B - 3 :
Diverses formes de maisons à un étage et demi et à deux étages

Maison à un étage et demi avec toit en pignon, lucarnes et espace habitable dans le toit

Maison à deux étages avec toit en pignon au-dessus du grenier

- **Maisons à mi-étages :**
  Les maisons à mi-étages sont souvent plus fragiles que d'autres types de maisons présentant les mêmes caractéristiques, car la jonction entre les divers paliers est souvent assurée par une série de murets dans lesquels s'insèrent des structures orientées dans deux sens différents et de paliers différents. Ces murets sont rarement contreventés pour résister aux efforts latéraux induits par un séisme. En cas de séisme, deux phénomènes se produisent :

  - les charges des planchers dont la hauteur et l'orientation sont différentes séparent la jonction où se trouve le muret ;
  - la maison se comporte pour ainsi dire comme deux maisons différentes construites l'une près de l'autre, le toit supérieur et le toit inférieur se percutant l'un l'autre et causant de graves dommages.

Figure 4B - 4 :
Maison à mi-étages

On trouve diverses configurations. Cette illustration montre un garage se trouvant à mi-hauteur sous l'étage principal et supportant une surface habitable à mi-hauteur au-dessus de l'étage principal.

RECOMMANDATIONS

Maison haute :

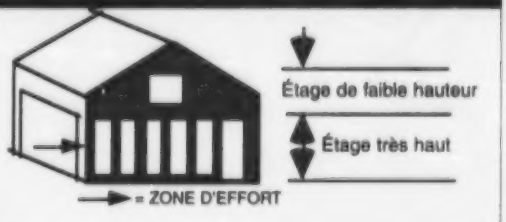
- Si vous comptez ajouter un étage à votre maison, prévoyez renforcer l'ossature de bois et la fondation en dessous afin de compenser les charges sismiques additionnelles. Pour bien résister aux forces sismiques, la maison doit surpasser les normes de base du code du bâtiment en vigueur.

Maison à mi-étages :

- Exposez la structure du muret entre les paliers et contreventez-la comme pour un mur extérieur.
- Assurez-vous que le muret entre les paliers est fixé à la fondation de manière à résister aux séismes et que la fondation est conçue pour résister aux séismes et s'appuie sur un sol intact.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

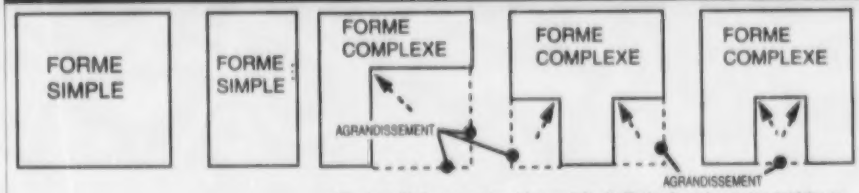
B3	GÉOMÉTRIE DE LA MAISON
	La taille et la forme de la maison de même que la nature et l'emplacement des éléments structuraux et non structuraux ont une grande incidence sur le comportement de la maison en cas de séisme.
B3.1	❑ **Forme :** La taille et la forme de la maison de même que la nature et l'emplacement des éléments structuraux et non structuraux ont une grande incidence sur le comportement de la maison en cas de séisme. Les formes de bâtiment simples et symétriques résistent mieux aux forces sismiques. Les efforts sismiques auxquels doit résister une maison s'additionnent. Plus la maison est haute, plus elle subira d'efforts, tout étant égal par ailleurs. L'effort est transféré du toit aux étages supérieurs ; l'étage inférieur reçoit l'effort des étages supérieurs et la fondation reçoit tous les efforts d'en haut. Les plans qui sont simples et symétriques et qui prévoient une répartition égale de murs contreventés et de diaphragmes (horizontaux) de plancher et de toit presque continus résistent mieux aux déformations. Toutefois, les maisons de géométrie compliquée, qui sont souvent des maisons de haute qualité, peuvent bien résister aux séismes à condition d'utiliser de meilleurs matériaux et techniques de construction et de porter attention aux détails parasismiques.
B3.2	❑ **Hauteur d'étage inhabituelle :** Si l'un des étages de la maison est plus haut que les autres (de 20 % ou plus, par exemple), la maison subira de plus grands efforts sismiques qu'une maison dont les étages sont tous de la même hauteur. La présence d'un étage exceptionnellement haut peut créer un effet d'« étage mou » (voir le Chapitre 4, Section B, page 80). Figure 4B - 6 : Hauteur inhabituelle d'étage 

RECOMMANDATIONS

❑ **Forme :**

- Si vous comptez agrandir la maison, profitez-en autant que possible pour améliorer la symétrie de la maison.
- Si l'agrandissement nuit à la symétrie de la maison, renforcez les connexions entre l'annexe et la maison existante afin de compenser les efforts concentrés.
- Sinon, réévaluez les plans afin d'établir s'il est possible de trouver un plan d'architecte présentant de meilleures caractéristiques parasismiques.

Figure 4B - 5 :
Forme Simple



❑ **Hauteur inhabituelle d'étage :**

- Améliorez les connexions entre l'étage haut et les étages au-dessus et au-dessous de lui et solidifiez l'étage haut.

POINTS À VÉRIFIER

B3.3

❑ **Étages en porte-à-faux (cantilevers) :**

Si les coins d'un étage en porte-à-faux ne s'appuient pas jusqu'au sol par des poteaux, des charges additionnelles sont imposées par l'étage en porte-à-faux, ce qui accroît les efforts auxquels sont soumis les étages inférieurs et les fondations. Habituellement, il s'agit d'étages en porte-à-faux se prolongeant jusqu'à la moitié de la largeur d'un abri à voitures ou d'un garage.

Les programmes d'évaluation des risques d'assurance contre les séismes, qui se répandent de plus en plus, attribuent une cote de risque élevée aux étages dont la partie en porte-à-faux est substantielle.

Figure 4B - 7 :
Etage en porte-a-faux et cantilever

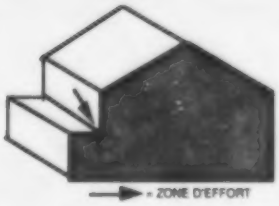
Abri à voitures ou garage partiellement emboîté dans la maison

B3.4

❑ **Étages en retrait :**

Lorsque les étages supérieurs d'une maison sont en retrait par rapport aux étages inférieurs, les murs structuraux ne peuvent pas transférer la charge aux murs inférieurs et sont plus vulnérables aux séismes.

Figure 4B - 8 :
Etage en retrait



RECOMMANDATIONS

❑ **Porte-à-faux (cantilevers) :**

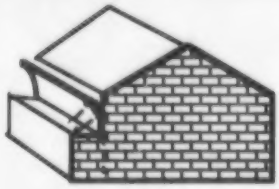
- Envisagez la pose de poteaux sous les planchers en porte-à-faux, poteaux qui seront reliés à la structure des planchers des étages en porte-à-faux et aux nouvelles fondations au-dessous et qui seront contreventés à la charpente principale.
- S'il est impossible ou indésirable de poser des poteaux, par exemple au milieu d'un garage ou d'un abri à voitures, contreventez en diagonale l'élément en porte-à-faux à la charpente principale, surtout s'il est impossible de mettre en place un nouvelle fondation. Dans ce cas, vous devrez renforcer la charpente principale pour qu'elle puisse soutenir les charges additionnelles.
- La face intérieure de la structure d'un garage ou d'un abri à voitures est rarement parée, ce qui permet de contreventer les murs et d'améliorer quelque peu le soutien qu'offre ces murs à l'étage en porte-à-faux au-dessus.

❑ **Étages en retrait :**

- Examinez s'il est possible de transférer la charge de la structure en retrait, par l'intermédiaire des étages inférieurs, aux éléments porteurs en dessous.
- Évaluez la charpente qui soutient l'étage en retrait et renforcez-la, au besoin.
- Assurez l'imperméabilité de la terrasse formée par le retrait. Vérifiez s'il y a infiltration d'eau et examinez l'état des matériaux, des solives et des murs sous et sur la terrasse.
- Renforcez la terrasse là où débute le retrait de l'étage. Cette intervention améliorera le rendement global de la structure et protégera l'espace en dessous contre l'effondrement du mur en retrait ou de son parement.

Si les murs extérieurs du retrait sont revêtus de maçonnerie, des problèmes particuliers peuvent se poser. Les murs de maçonnerie des étages en retrait sont souvent soutenus par une charpente de bois plutôt que par une charpente métallique comme l'exige les codes canadiens du bâtiment. Cette charpente de bois peut ne pas être de la dimension voulue pour soutenir la charge de la maçonnerie et encore moins celle imposée par les forces sismiques.

Figure 4B - 9 :
Murs de maçonnerie d'un retrait



B3.5

❑ **Jonctions de la toiture :**

Souvent, les matériaux de la toiture et les solins, y compris ceux utilisés pour imperméabiliser les terrasses, se dégradent plus rapidement là où ils rencontrent des murs ou d'autres toits et à leurs extrémités. Des débris, de la neige et de la glace s'accumulent parfois à ces endroits et exposent davantage ces derniers à l'abrasion. C'est souvent à ces endroits que l'eau s'infiltre et que la charpente se détériore en premier.

En outre, dans les régions froides, la neige s'accumule à ces endroits et accroît le risque d'un effondrement en cas de séisme.

RECOMMANDATIONS

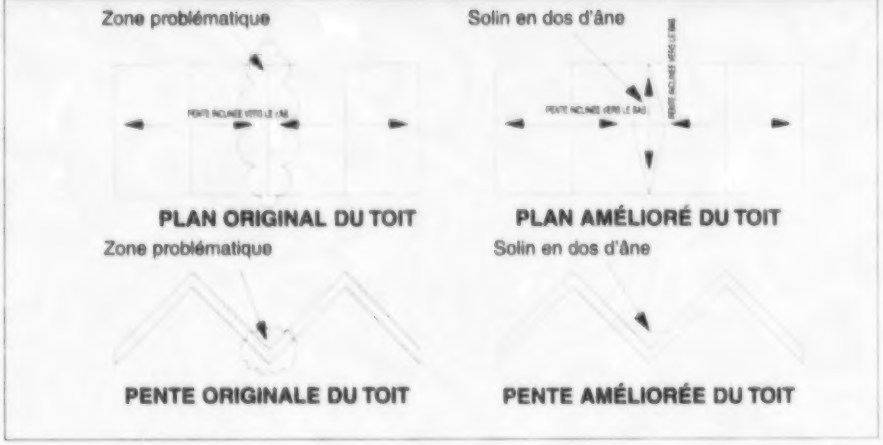
Les éléments de maçonnerie soutenus ou contenus par des murs de bois sont souvent endommagés par les séismes. Ils peuvent se détacher de la maison ou leur poids peut causer l'effondrement de l'ossature de bois adjacente.

- Appuyez les éléments de maçonnerie sur des cornières de métal (acier inoxydable ou trempé) pour remplacer le soutien en bois.
- Examinez si les éléments de maçonnerie ont suffisamment d'espace pour s'écrouler sans endommager la charpente ou causer des blessures.

❑ **Jonctions de la toiture :**

- Envisagez l'utilisation de bandes de zinc au faîte des toits en bardeaux de fente pour réduire l'accumulation de moisissure et de champignons sur ces toits. Lorsque vous recouvrez la toiture, utilisez des bardeaux de bois traité.
- Évitez les pentes de toit favorisant l'accumulation de neige, de glace et de débris. Sinon, ajoutez des solins en dos d'âne avant de recouvrir la toiture pour réduire cette forme d'usure de la charpente.

Figure 4B - 10 :
Étage en porte-à-faux et cantilever



Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

B4	MATÉRIAUX EXTÉRIEURS
	Selon leurs propriétés, certains matériaux de construction résistent mieux que d'autres aux forces sismiques.
B4.1	❑ **Bois :** La plupart des maisons à Anchorage étant construites sous la forme de boîtes de panneaux de contreplaqué, il n'y a pas eu beaucoup de décès à déplorer lors du séisme important qui a frappé cette ville. La solidité inhérente des grands panneaux a joué un rôle crucial dans la préservation de vies et de biens. Toutefois, la plupart des parements de bois se composent de minces planches d'aggloméré de longueur variée disposées verticalement, horizontalement ou diagonalement. Seules ou en groupe, ces planches offrent peu de résistance en raison de leur minceur, de l'orientation aléatoire des fibres et de l'efficacité imprévisible du clouage. Heureusement, les parements de bois sont probablement les plus légers sur le marché, ce qui réduit au minimum l'effort imposé à la charpente en cas de séisme.
B4.2	❑ **Parement de maçonnerie :** Les parements de maçonnerie comprennent la brique d'argile ou de béton, la pierre naturelle ou artificielle et les blocs de béton installés contre la charpente de l'intérieur ou de l'extérieur. Ces matériaux sont utilisés comme parement sur les murs et pour ajouter une touche décorative au-dessus des portes et des fenêtres. Les parements de maçonnerie enjolivent la maison, mais ils sont vulnérables en cas de séisme. La solidité structurale fondamentale de la plupart des types de maisons à ossature de bois est grosso modo la même. Les parements de maçonnerie ne soutiennent pas la charpente et ne contribuent pas à sa solidité, mais, en raison de leur poids, leur charge a de grandes répercussions lorsqu'elle est transférée à la charpente. Au cours d'un séisme, le poids additionnel du parement de maçonnerie génère des forces qui peuvent causer de graves dommages à la charpente et au parement même.[1] Les dommages causés au parement de maçonnerie sont souvent attribuables aux faibles connexions avec l'ossature de bois, d'où l'apparition de fissures dans le parement ou son effondrement durant un séisme. Les connexions entre le parement de maçonnerie et la charpente sont habituellement assurées par des attaches métalliques. L'absence d'attaches, l'état de celles-ci et leur emplacement sont autant de facteurs importants qui contribuent à l'efficacité des connexions. La qualité du mortier est un autre facteur, quoique moins important. En cas de séisme, le danger que présente la chute d'un parement de maçonnerie est très réel. Si la qualité de l'exécution et le souci des détails parasismiques pertinents font défaut, les maisons parées de maçonnerie subiront de plus graves dommages que celles ayant d'autres formes de parement, y compris le stucco. Les maisons comptant plusieurs étages sont particulièrement vulnérables. Si le parement de maçonnerie présente un danger pour la maison, ses occupants et les maisons voisines ou leurs occupants, on peut améliorer le parement, le remplacer ou l'enlever.

RECOMMANDATIONS

❑ **Bois :**

Toute réparation à l'ossature de bois est une occasion de remplacer le bois ou le revêtement primaire. Pour les bâtiments annexes ou non exposés à la vue, on peut utiliser des panneaux de contreplaqué traité pleine largeur. Dans les endroits en vue, remplacez le revêtement primaire par des panneaux de contreplaqué (d'au moins 13 mm ou 1/2 po d'épaisseur) et assurez-vous d'installer un bon pare-vapeur tel que du papier de construction épais.

Veillez à ce que les matériaux de finition extérieure n'empêchent pas l'ossature de bois ou le parement primaire de respirer, c'est-à-dire de se débarrasser de l'excédent d'humidité causé par une saison de construction humide ou l'infiltration d'eau. La plupart des écoulements d'eau d'un bâtiment proviennent d'eau emprisonnée à l'intérieur des murs n'ayant aucune issue, ce qui détériore la charpente.

❑ **Parement de maçonnerie :**

S'il est bien conçu et construit, tout mur de maçonnerie présente les trois caractéristiques clés suivantes :

- il laisse l'eau dans la charpente derrière lui s'écouler ;
- il permet un certain mouvement causé, entre autres, par le rétrécissement de l'ossature de bois, les surcharges dues au vent et les forces sismiques ;
- il comporte des attaches durables, très résistantes à la corrosion et dûment espacées pour combattre les efforts horizontaux sans s'affaiblir.

À moins d'être conçus et inspectés par des spécialistes, les éléments de maçonnerie ne doivent pas être placés là où ils peuvent s'affaisser sur des personnes ou des immeubles ou causer de graves dommages à la maison ou aux structures adjacentes.

Attaches

- La réaction d'un parement de maçonnerie à un séisme est fonction de sa masse, de sa connexion à la charpente de la maison et des caractéristiques de la charpente même. Par exemple, puisque les murs de pierres sont habituellement plus lourds que les murs de briques et que leur configuration est irrégulière, ils doivent comporter plus d'attaches à la charpente que ces derniers. Les parements de maçonnerie sont fixés horizontalement à la charpente à l'aide d'attaches métalliques. Ils sont également fixés verticalement aux murs de fondation ou à l'aide de cornières d'appui fixées à la charpente.
- Toutes les attaches ou boulons d'ancrage doivent être faits d'acier inoxydable ou galvanisé à chaud. Ces attaches doivent être conçues de manière à pouvoir résister à des efforts horizontaux deux fois supérieurs à la charge du parement de maçonnerie. On trouve également des attaches spéciales de rénovation pour fixer les parements existants à la charpente en arrière d'eux.
- Il est recommandé de placer un boulon d'ancrage au moins à tous les 0,13 m^2 (200 po^2) pour les murs de maçonnerie de 100 mm (4 po) d'épaisseur. Pour les murs de maçonnerie de plus de 100 mm (4 po) d'épaisseur, comme les murs de pierres, il est recommandé de placer un boulon d'ancrage au moins à tous les 0,1 m^2 (144 po^2).
- Les murs de maçonnerie appliqués aux charpentes de bois ne doivent pas dépasser 4,5 m (15 pi) de hauteur, à moins qu'un architecte ne les conçoive. Il n'est pas recommandé de recouvrir de pierres de grandes surfaces, comme un mur en entier. L'effondrement très probable de ces murs de pierres lourds peut causer de graves dommages à la charpente du bâtiment et mettre en danger les maisons adjacentes et les personnes. Évidemment, les murs de pierres peu élevés et petits, comme ceux recouvrant la fondation, ne présentent pas ces dangers.
- Il est important de vérifier la présence, l'état, le type et l'installation des attaches. Les attaches métalliques sont traditionnellement (et négligemment) fabriquées à partir de tôle d'acier galvanisé ondulée. En exposant un bord, un coin ou la partie supérieur d'un mur de briques, on peut estimer l'espacement des attaches à l'aide d'une lampe de poche. On peut également détecter les attaches à l'aide d'un dispositif magnétique.
- Si vous construisez ou rénovez une maison, utilisez des attaches d'acier galvanisé ou inoxydable réglables, qui sont beaucoup plus résistantes que les attaches métalliques fabriquées à partir de tôle ondulée.

Mortier

- On peut facilement détecter le mortier de mauvaise qualité par le fait qu'il se détache aisément et qu'il s'effrite entre les doigts. Si le fait de gratter la surface du mortier avec une clé amène celui-ci à s'effriter aisément, il est fort probable qu'il se désintégrera en cas de séisme. On peut réparer le mortier faible ou endommagé à l'aide d'un procédé appelé rejointement, qui consiste à retrancher et à remplacer le mortier lâche ou mou.
- Qu'il s'agisse de rejointer ou de construire un mur de briques, il faut utiliser du mortier souple et très adhérent et fixer le parement à la charpente à l'aide d'attaches conçues pour résister aux forces sismiques.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
B4.3	❑ **Stucco :** Le stucco, qui est un parement à base de ciment, est un matériau fragile. Toutefois, s'il est appliqué à une structure conçue pour résister aux séismes, que les détails parasismiques sont respectés et que l'exécution est de qualité, il se fissure et s'effondre rarement. Malheureusement, le stucco est souvent appliqué à des maisons dont peu de murs sont contreventés et la résistance sismique dépend des cloisons sèches intérieures. Ces cloisons n'offrent pas suffisamment de résistance additionnelle pour empêcher la charpente de subir de graves déformations en cas de séisme. Lorsque la charpente fléchit, le stucco se fissure et se brise. Les dommages causés au stucco ne sont pas dispendieux à réparer, mais ils sont un indice digne de foi que des dommages ont été causés à la charpente, qui devra également être réparée. Les maisons parées de stucco, à plusieurs étages et sans contreventement parasismique sont particulièrement vulnérables, car la charge importante du stucco accentue le mouvement de l'ossature de bois en raison de la grande inertie des étages supérieurs.[2] Des dommages mineurs au stucco se produisent habituellement autour des portes et des fenêtres, c'est-à-dire aux ouvertures où les voies d'effort sont interrompues et où se concentrent les forces sismiques. De graves dommages sous forme de larges fissures et d'écaillage des surfaces murales se manifestent (ces surfaces s'effondrent). Le stucco armé de treillis métallique résiste quelque peu au cisaillement, mais cette résistance varie selon le type de treillis métallique utilisé, la façon dont il est fixé à la charpente et l'épaisseur et la qualité du stucco même. De plus, la majeure partie de la résistance au cisaillement est perdue lorsque le stucco se fissure. Il ne faut pas croire que le treillis métallique et d'autres types de supports à stucco peuvent remplacer le contreventement parasismique des murs. Un parement de stucco de haute qualité appliqué en trois couches sur un treillis métallique a une résistance équivalent à 6 mm (1/4 po) de revêtement de contreplaqué.[3]
B4.4	❑ **Fondation extérieure :** La fondation est une source de défaillance, si elle est faite : • de briques, de pierres ou de blocs de béton non armés ; • de béton qui semble friable ; • de matériaux qui montrent beaucoup de fissures. Le mortier à lui seul n'est pas assez fort pour assurer la cohésion des éléments de maçonnerie en cas de séisme. Le béton qui est friable et poreux présente des lacunes analogues au mortier. Ni l'un ni l'autre ne sont suffisamment forts pour empêcher les boulons d'ancrage les reliant à l'ossature de bois de s'extirper d'eux en cas de séisme. La grande majorité des fondations de maisons existantes ne sont pas armées, et la plupart des codes canadiens du bâtiment n'exigent pas d'armature de nos jours. Malheureusement, même de bonnes fondations accusent des défaillances en cas de graves séismes si elles ne sont pas armées ou n'ont pas de semelles reposant sur un sol intact, et en particulier sur un sol argileux ou incliné.[4]

RECOMMANDATIONS

❑ **Stucco :**

- On peut construire les parements de stucco de manière à ce qu'ils résistent bien aux séismes. Avant de réparer ou d'ajouter du stucco, veillez à ce que la surface contre laquelle il sera appliqué soit et reste sèche et solide. Pour réduire l'infiltration d'humidité dans cette surface, posez un pare-vapeur par dessus. Avant d'appliquer le stucco, installez un épais treillis d'acier galvanisé bien à plat et cloué à la charpente de la maison. Plus précisément, installez un treillis de 1,6 mm (calibre 16) avec chevauchements d'au moins 100 mm. Portez les chevauchements à 150 mm (6 po) dans tous les coins. Fixez le treillis à la charpente à l'aide de broches de calibre 16 à tous les 150 mm (6 po) verticalement et à tous les 400 mm (16 po) horizontalement. *Grosso modo*, il doit y avoir au moins 20 broches par mètre carré (10 pi^2) qui pénètrent au moins de 25 mm (1 po) la charpente. Appliquez avec soin les trois couches de stucco pour en arriver à une épaisseur totale de 20 mm (7/8 po).

- On peut réduire les dommages causés autour des portes et des fenêtres attribuables aux séismes par l'ajout de murs de contreventement intérieurs ou extérieurs en contreplaqué. Ce faisant, vous empêcherez la formation de fissures autour des ouvertures et réduirez au minimum les dommages causés au reste du stucco couvrant l'immeuble.

- Les méthodes de construction des parements de stucco varient considérablement selon la région. Toutefois, le stucco est le parement extérieur qui semble le plus vulnérable à l'infiltration d'eau, d'où l'importance de consulter des architectes et les agents du bâtiment au sujet des méthodes locales.

❑ **Fondation extérieure :**

- Examinez à fond la façon dont les matériaux de la fondation sont assemblés et leur état. Les travaux de rénovation ou de réparation qui exposent la fondation constituent une occasion rêvée d'examiner la fondation. Examinez soigneusement la fondation exposée pour y détecter des signes de détérioration et de mauvaise qualité de matériaux ou d'exécution.

- Si vous comptez agrandir la maison, assurez-vous que la nouvelle fondation est parasismique et armée et s'appuie sur un sol intact.

- Améliorez toute fondation non parasismique.

Pour de plus amples détails sur les fondations, voir le Chapitre 4, Section C, page 84.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
B4.5	❑ **Charges de toit importantes :** • Plus le poids d'un bâtiment est éloigné du sol, plus le risque de dommages est élevé. Par exemple, une maison de trois étages pourvue d'un toit en tuile de terre cuite est plus vulnérable qu'une maison de deux étages pourvue d'un toit de bardeaux de bois. Les charges lourdes de neige ou de glace augmentent aussi les risques. En fait, la neige s'accumule souvent de manière asymétrique, ce qui accroît d'autant les surcharges imposés au toit en cas de séisme. • Les charges de toit importantes font que l'effort imposé à la maison se retrouve dans sa partie la plus éloignée du sol, ce qui accroît fortement l'effort imposé à la connexion entre la charpente et la fondation. Figure 4B - 11 Charges de toit

RECOMMANDATIONS

❑ **Charges de toit importantes :**
On peut contrer les dangers que présente l'effet combiné du poids et de la hauteur par plusieurs méthodes :

- La méthode la plus simple consiste à éviter des matériaux de couverture lourds. D'ordinaire, on peut trouver un matériau léger qui fera l'affaire.
- Si l'on veut utiliser des matériaux traditionnels lourds (ardoises, tuiles de terre cuite et tuiles de béton), on doit consulter un architecte et assurer une pose parasismique. Par exemple, la charpente du toit doit être plus solide et les éléments de couverture doivent être solidement fixés à la charpente.
- Assurez-vous que les matériaux de couverture lourds, la neige et la glace ne tombent pas sur les voies d'issue de secours. À défaut, revoyez les plans du toit pour rendre la situation moins dangereuse. La configuration du toit a une influence directe sur les dangers qu'il présente, et en particulier dans les régions très neigeuses.

Figure 4B - 12 :
Formes de toit et chute d'éléments de la couverture

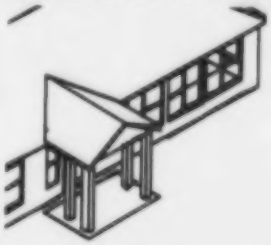
Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

B5	ÉLÉMENTS ANNEXÉS À LA MAISON

Les éléments annexés à la maison s'affaissent souvent durant un séisme.

B5.1 ❑ **Marquises, porches et terrasses :**



Les éléments annexés dont un côté est ouvert, comme les abris à voitures, les porches surélevés, les vérandas et les solariums, renferment habituellement peu de murs solides. Typiquement, ils n'ont qu'un mur solide (celui de la maison le plus souvent) et des poteaux de bois d'œuvre de petite dimension qui soutiennent le devant et les côtés. En outre, parfois les charges des poteaux sont réparties aléatoirement sous ces éléments et il n'y a pas de voie de transfert des charges aux fondations. Les fondations mêmes sont souvent peu profondes et non armées.

Ces types de charpente se déforment facilement et offrent très peu de résistance aux forces sismiques. Elles s'effondrent souvent lors d'un séisme, parce que leurs composantes sont peu structurées et mal reliées les unes aux autres et à la maison et que la fondation sur laquelle elles reposent n'est pas résistante aux forces sismiques. Souvent, elles ne sont absolument pas parasismiques.

Si les marquises, les porches ou les terrasses font partie de la voie de sortie, ils doivent être construits de façon à résister aux séismes et à protéger les personnes des débris tombant sur eux. Si ces éléments ne se trouvent pas sur la voie de sortie ou que leur effondrement ne présente pas de danger, le propriétaire peut omettre de les améliorer si leur perte totale ou leur effondrement durant un séisme ne le préoccupe pas.

B5.2 ❑ **Éléments fixés au toit :**

Les éléments les plus courants fixés au toit comprennent les antennes, les capteurs solaires, les dispositifs de chauffage et les climatiseurs.

Plus l'élément est gros et pesant, plus il risque d'être endommagé par un séisme. Souvent, on fixe un élément, comme une antenne, au sommet de la cheminée, à un parapet ou même à une rive de toit. Malheureusement, ces composants de la maison sont aussi très exposés en cas de séisme. Ainsi, fixer une antenne à la cheminée accroît en fait le risque que cette dernière s'effondre.

RECOMMANDATIONS

❑ **Marquises, porches et terrasses :**

- Posez des étais sur les faces exposées des structures afin d'en améliorer la stabilité. Si ces faces peuvent être cachées, alors vous pouvez les contreventer sur leur pleine surface (murs contreventés). Les surfaces contreventées doivent être reliées aux fondations à l'aide de boulons d'ancrage et aux poutres à l'aide de feuillards d'acier.

- Le renforcement des faces qui doivent rester ouvertes, comme les entrées d'abri à voitures, peut être réalisé à l'aide de murs de contreventement étroits de chaque côté des faces ouvertes. À défaut, posez des étais métalliques croisés entre les poteaux. On peut fabriquer ces étais à l'aide de tiges d'acier pourvues de tendeurs. Si la pose de murs de contreventement ou d'étais pose un problème d'encombrement, on peut renforcer les coins de la structure à l'aide de contrefiches. Peu importe la solution adoptée, le système de contreventement doit être conçu par un ingénieur de structure.

- Assurez-vous que l'élément annexé est solidement relié à la maison et que les poteaux sont de taille suffisante et sont solidement reliés à la fondation et à la charpente (poutre) au-dessus. Vérifiez si les fondations sont assez fortes pour supporter les charges.

- Pour plus de détails, voir le Chapitre 4, Section C, pages 84 et 132.

❑ **Éléments fixés au toit :**

- Les éléments tels que les antennes et les capteurs solaires doivent être solidement contreventés. Il vaut mieux les installer au centre de la toiture ou, de préférence, contre un mur de la maison.
- Contreventez les éléments à la charpente principale en vous assurant que celle-ci est renforcée compte tenu des charges additionnelles.
- Renforcez la partie adjacente du toit et le mur sur lequel les éléments peuvent s'effondrer dans le but d'empêcher l'effondrement d'autres toits ou murs.
- Si l'effondrement des éléments fixés au toit semble inévitable en cas de séisme, songez à les enlever ou à les remplacer par des éléments plus solides et légers. Gardez vos voies d'issue de secours et celles de vos voisins hors de portée de ces éléments.
- Enlevez tous les éléments, y compris les cheminées de maçonnerie, qui ne servent plus.

POINTS À VÉRIFIER

B5.3

❑ **Cheminées de maçonnerie :**

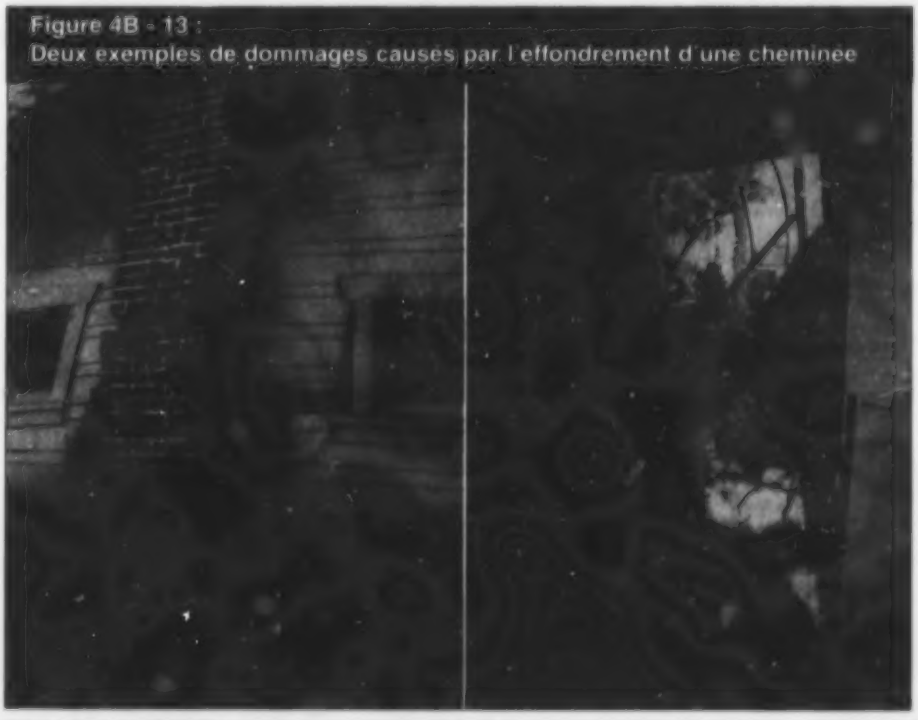
Les cheminées traditionnelles de maçonnerie de blocs de béton, de briques ou de pierres, et plus particulièrement les parties autostables s'élevant au-dessus du toit, comptent parmi les éléments de la maison les plus souvent endommagés par les séismes. Les cheminées peuvent se fissurer et même s'effondrer. Elles offrent peu de résistance aux mouvement sismiques, car les éléments de maçonnerie sont lourds et fragiles et que, pour la plupart, ils n'ont pas d'armature d'acier. Elles se détachent souvent de la charpente de la maison et, puisqu'elles ne sont pas armées et que leur mortier est plutôt faible, elles s'affaissent en un tas de décombres à côté de la maison. Lorsqu'elles sont affectées par un séisme, les cheminées armées s'écartent habituellement de la maison, mais si elles s'effondrent, c'est en un seul bloc sur la maison adjacente.

Puisque l'ossature de bois de la maison et la cheminée de maçonnerie sont deux structures distinctes et utilisant des matériaux très différents, elles réagissent différemment aux mouvements sismiques. En général, la structure des cheminées est peu rattachée à la charpente de la maison. Voilà pourquoi ces deux structures se percutent l'une sur l'autre ou se détachent l'une de l'autre au cours d'un séisme.

Le comportement de la cheminée au cours d'un séisme varie selon son emplacement par rapport à la maison. Si elle se trouve à l'intérieur et près du centre de la maison et qu'elle ne se prolonge pas au-delà de 1 m (3 pi) au-dessus du toit, les dommages sont habituellement mineurs. Si la partie extérieure se rompt, elle perce rarement le toit pour causer des dommages à l'intérieur de la maison, car ce type de cheminée est plutôt court. Si la cheminée est autostable et qu'elle se trouve à l'intérieur de la maison ou dans un espace couvert d'un toit « cathédrale », les dommages peuvent être plus sérieux, en particulier si l'élément de maçonnerie fait plusieurs étages. Si la partie extérieure au-dessus du toit mesure plus de 1,5 m (5 pi), elle peut en se rompant percer le toit, d'autant plus lorsqu'il s'agit d'un toit plat ou presque. Si le toit est escarpé, les pièces qui se détachent de la partie extérieure de la cheminée ont tendance à glisser sur le toit sans pénétrer à l'intérieur de la maison, mais elles présentent toutefois un danger pour les personnes se trouvant près de la maison. Les cheminées situées contre un côté de la maison risquent davantage de s'effondrer puisqu'elles sont moins soutenus par la charpente de la maison. Plus les cheminées extérieures sont hautes, plus elles risquent d'être endommagées et de causer des dommages.

Un séisme ou une série de petits tremblements de terre peuvent causer une situation entraînant des dommages plus subtils et à long terme, c'est-à-dire la rupture et le décalage des boisseaux en argile où peut se former des dépôts de créosote qui causeront des feux de cheminée.

Figure 4B - 13 :
Deux exemples de dommages causés par l'effondrement d'une cheminée



RECOMMANDATIONS

❑ **Cheminées de maçonnerie :**

Plusieurs raisons expliquent la vulnérabilité des cheminées, et plusieurs solutions permettent de stabiliser ou de renforcer les cheminées de maçonnerie. Il est difficile de renforcer une cheminée existante. Toutefois, relier la cheminée à la charpente de la maison est l'une des améliorations de base possible. Si la cheminée est très haute, l'enlèvement de la maçonnerie au complet ou du moins de la partie dépassant le toit est fortement recommandé.

Solution 1 : Relier la cheminée à la charpente de la maison

- Deux méthodes permettent de rattacher les cheminées aux éléments de la charpente tels que les sablières, les solives de plafond ou de plancher et les chevrons du toit. Dans la première, on utilise des feuillards métalliques imbriqués dans la maçonnerie et cloués aux diaphragmes du plancher et du toit. Dans la seconde, on utilise de longs feuillards métalliques enroulés autour de la cheminée et boulonnés à la maçonnerie et à l'ossature de bois de la maison. La cheminée doit être ancrée à la maison au niveau du plafond et de chaque plancher et contreventée au toit ou à une autre structure proche là où elle est autostable.

- Pour plus de sécurité, posez des panneaux de contreplaqué près de la cheminée. Ainsi, si la cheminée s'effondre, ces panneaux empêcheront la maçonnerie de pénétrer dans la maison par le toit et le plafond. Ces panneaux peuvent être installés sur le toit (surtout lorsqu'on refait la couverture), sous les chevrons ou au-dessus des solives de plafond.

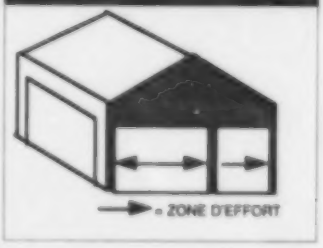
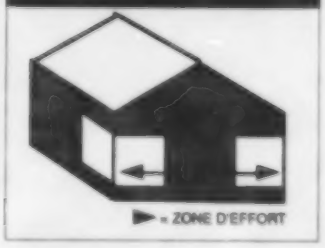
Solution 2 : Remplacer la cheminée de maçonnerie en partie ou en totalité

- Puisque les cheminées de maçonnerie ont tendance à se rompre à la ligne faîtière, il vaut la peine d'envisager l'enlèvement de la maçonnerie au-dessus de cette ligne et de la remplacer par une cheminée préfabriquée légère. Souvent, on construit une enceinte décorative autour de la cheminée métallique.

- Selon la complexité, l'état matériel et le rendement (tirage de la cheminée et chaleur transmise à la maison) du foyer existant, il peut s'avérer pratique de supprimer la cheminée et le foyer. Une telle décision s'avère facile si le foyer a besoin de réparations ou n'est plus utilisé. On peut remplacer la cheminée de maçonnerie par une cheminée métallique préfabriquée qui est très légère, résistante et flexible et qui ne se percute pas contre la maison et ne cause pas de dommages comme ceux occasionnés par l'effondrement d'une cheminée de maçonnerie. Puisque les cheminées métalliques sont conçues par des architectes et sont testées, elles présentent l'avantage additionnel d'un excellent tirage. Pour en rehausser l'apparence, on peut parer ces cheminées métalliques de divers placages.

Solution 3 : Reconstruire la cheminée de maçonnerie

- On compte deux méthodes de reconstruction des cheminées de maçonnerie. Dans la première méthode, on pose des renforts extérieurs sous forme de cornières d'acier ou un revêtement de ciment renforcé de fibres et d'un treillis métallique. Dans la deuxième méthode, on enlève la cheminée et le foyer et on les remplace par une cheminée et un foyers armés conçus pour résister au séismes. Pour l'une ou l'autre des méthodes, nous conseillons le recours à un ingénieur, car l'entrepreneur connaît rarement les principes de la construction d'une structure parasismique.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
B5.4	❑ **Cheminées métalliques préfabriquées :** Les cheminées métalliques (de tôle) contemporaines, fabriquées par sections assemblées sur le chantier de construction, se détachent par sections lors d'un séisme. Cette défaillance est dangereuse, parce que la cheminée est dissimulée dans la charpente. La prochaine fois qu'on y fait un feu, les gaz de combustion et la chaleur s'immiscent dans l'ossature de bois, d'où un danger potentiel.
B6	**OUVERTURES**
	Les maisons dont les murs extérieurs comportent de larges ouvertures subissent souvent de graves dommages lors de séismes.
B6.1	❑ **Étages mous :** Les fenêtres panoramiques, les portes panoramiques coulissantes, les portes de garage et les espaces extérieurs couverts sont de larges ouvertures dans le bâtiment et produisent un « effet d'étage mou ». Cet effet s'applique lorsque la force et la rigidité d'un étage sont substantiellement moindres que ceux des étages supérieurs. Il se produit lorsque des éléments verticaux de la charpente ne portent pas directement sur un élément porteur relié à la fondation, mais sont coupés par une large ouverture. L'effet de mollesse est accru lorsque le plafond à solives apparentes supporte une lourde charpente ou que cette charpente agit en tant que mur de contreventement. Les efforts appliqués à la maison lors d'un séisme se concentrent à l'endroit où le système structural change au lieu d'être uniformément réparties à tous les étages. Depuis les années 1950, il est de plus en plus courant de construire des maisons à mi-étages ou à plusieurs étages victimes de l'effet d'étage mou. Lors de forts séismes, ces maisons ont subi un pourcentage démesuré de dommages. La raison de ce type de défaillance est facile à comprendre. Les murs où sont pratiquées de larges ouvertures sont plus faibles que les murs traditionnels. Les ouvertures, créées par l'enlèvement de sections du mur, affaiblissent une partie du mur qui devrait transmettre les forces sismiques et y résister. Au cours d'un séisme, les immeubles bougent dans le sens horizontal. Faute d'un mur continu pouvant résister aux efforts, la charpente a tendance à se tordre et à se démembrer. Si la maison comporte un garage, la large ouverture ainsi créée fait que la maison se comporte souvent comme un structure à trois côtés. Ce phénomène se produit également lorsque les étages supérieurs sont soutenus par des poteaux au-dessus d'un abri à voitures.[5] Les étages mous peuvent difficilement résister aux efforts de torsion, surtout si des étages supérieurs leur imposent une charge additionnelle. Les forces sismiques infligent une grande torsion aux murs au-dessus de larges ouvertures et aux coins des ouvertures, comme le montre les grandes fissures ainsi créées dans les parements intérieur et extérieur. Si l'effort de torsion est très grand, la partie molle de la maison et la partie au-dessus d'elle s'écroulent. Figure 4B - 13 : Etage mou  Figure 4B - 14 : Ouvertures dans des coins 

RECOMMANDATIONS

Pour réduire au minimum les dommages et prévenir les effondrements, il faut renforcer les murs autour des larges ouvertures. Les murs faits de panneaux de gypse, les charpentes standard et les parements extérieurs ne sont pas suffisants en l'occurence. Pour augmenter la résistance au cisaillement des murs, il faut renforcer les surfaces murales au-dessous et au-dessus des larges ouvertures. Il est très important d'utiliser soit des charpentes résistantes au moment d'inertie soit des murs de contreventement solidement reliés à la fondation et aux solives du plancher supérieur. Les murs doivent former un ensemble continu relié depuis le toit, en passant par les étages, jusqu'à la fondation. Les murs contreventés horizontalement et les charpentes d'acier résistant au moment d'inertie sont deux moyens d'y parvenir, à condition d'être conçus par des spécialistes.

Murs contreventés horizontalement :
On peut augmenter la rigidité des étages mous par l'ajout de murs contreventés de chaque côté des larges ouvertures ou près d'elles. Pour ce faire, on peut contreventer horizontalement les murs de chaque côté des larges ouvertures ou ajouter des murs à contreforts à l'extérieur de ces ouvertures.

Tous les murs parallèles à de larges ouvertures doivent être contreventés horizontalement. Il faut également installer des feuillards de métal et des boulons d'ancrage pour attacher ces murs au toit ou aux étages supérieurs et à la fondation. La solidité à conférer aux murs contreventés horizontalement dépend de la taille et de l'emplacement des ouvertures. Si l'on construit de nouveaux murs contreventés, il faut les installer sur des fondations armées.

L'ajout de murs contreventés par des panneaux de contreplaqué d'au moins 1,2 m (4 pi) aux coins d'une maison pourvue de larges ouvertures est une solution d'amélioration souvent recommandée. Si les murs latéraux font moins de 2 m (6 pi) de longueur, il est recommandé d'utiliser des boulons spéciaux appelés boulons de fixation.[6]

Des diverses formes de murs contreventés horizontalement, ceux revêtus de panneaux de contreplaqué sont les plus solides. Pour plus de détails, voir le Chapitre 4, Section C, page 110.

Charpente d'acier résistant au moment d'inertie :
On peut ajouter près des larges ouvertures ou à l'intérieur de la maison des charpentes d'acier reposant sur une fondation armée. Dans les maisons conçues par des architectes, il est courant de stabiliser les grands murs de verre ou les grandes ouvertures de garage à l'aide de charpentes d'acier, qui remplacent les murs contreventés horizontalement. Les charpentes d'acier sont construites en tant que charpentes résistant au moment d'inertie.

Les charpentes d'acier sont plus onéreuses que celles en bois, mais elles prennent moins de place. Parfois, on peut intégrer les charpentes d'acier à l'espace autrefois occupé par l'ossature de bois ou les exposer comme élément architectural de la maison.

1 Yanev, Peter I., *Peace of Mind in Earthquake Country*, Chronicle Books, 275 Fifth Street, San Francisco, CA, 1991, p. 1.

2 Ibid., p. 92.

3 Helfant, David Benaroya, *Seismic Bracing, Advanced Framing Techniques, Troubleshooting & Structural Design*, The Journal of Light Construction, RR2 Box 146, Richmond, VT., 1992, p. 69.

4 Helfant, David Benaroya, *Earthquake Safe: A Hazard Reduction Manual for Homes*, Builders Booksource, 1817 Fourth Street, Berkeley, CA, 1989, p. 20.

5 Yanev, p. 134.

6 Ibid., p. 138.

Section C
ÉVALUATION DE LA STRUCTURE INTÉRIEURE

Après avoir consigné l'état de la propriété immobilière et de l'extérieur, il faut examiner soigneusement la structure intérieure. Il est important que ces éléments soient en bon état et bien reliés les uns aux autres afin que la maison réagisse aux secousses sismiques en un seul bloc.

Par la même occasion, prenez les mesures de la fondation et de chaque étage de la maison, ce qui constitue un premier pas dans la réalisation de plans d'amélioration. La réalisation de diagrammes de la maison aide à comprendre la relation entre les éléments de la charpente, et en particulier de ceux qui doivent faire l'objet d'une amélioration parasismique.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

C1	FONDATION
	La fondation est le premier élément de la maison à subir la force d'un séisme et celui qui est soumis aux plus grands efforts. Les secousses sismiques sont transmises au sol, puis à la fondation et, enfin, à l'ossature de bois du bâtiment. La réaction de la charpente et du contenu du bâtiment est alors retransmise à la fondation puis au sol. La fondation relie tous les éléments du bâtiment de manière à ce qu'ils réagissent comme un tout aux séismes. La solidité de la fondation, sa connexion aux autres éléments du bâtiment et son rapport avec le terrain sont autant de facteurs influant sur la capacité de la maison de résister aux secousses sismiques. Pour que la maison résiste aux séismes, il faut absolument que sa fondation y résiste aussi.
	❑ **Évaluation de la fondation :** L'évaluation de la structure intérieure de la maison afin d'atténuer les menaces sismiques commence par la fondation. L'établissement d'un diagramme des fondations se révèle utile pour en évaluer les caractéristiques structurales. Voici les points à prendre en compte : • La fondation comprend-elle des poteaux ou des piliers de béton ? • Y a-t-il un mur de fondation en béton dont le périmètre est continu ? • Y a-t-il un mur de fondation sous tous les murs porteurs principaux de la maison (tant au périmètre qu'à l'intérieur) ? • Les murs de fondation reposent-ils sur des semelles leur offrant un soutien adéquat ? • Les murs de fondation sont-ils armés d'acier ? • Les murs de fondation traversent-ils la terre végétale et reposent-ils sur du roc ou un sol dur ? Vous trouverez ci-après des lignes directrices sur l'évaluation des éléments de l'ossature de bois, tels que les murets et les murs porteurs.

RECOMMANDATIONS

❑ **Évaluation de la fondation :**
Examinez à fond les matériaux utilisés dans la fondation et leur état. Si la fondation est faite de poteaux de bois s'appuyant sur des piliers de béton ou encore de briques, de blocs de béton ou de pierres non armés, elle sera vulnérable en cas de séisme. Si elle est faite de béton qui est mou ou friable ou qui comporte de nombreuses fissures, elle risque fort de connaître des défaillances en cas de séisme.

Une bonne façon d'évaluer l'état de la fondation consiste à percer par le dessus de la fondation quelques trous aux endroits suspects et d'y installer des boulons d'ancrage à expansion. Si, après que les écrous ont été serrés, les boulons continuent de sortir de leur trou ou que vous pouvez les en extirper, la fondation est dans un piètre état. On peut vérifier l'état du mortier ou du béton par un simple grattage à l'aide d'un tournevis ; si les matériaux sont mous, ils se détacheront ou seront éraflés. Dans ce cas, il faut rénover en partie ou en totalité la fondation.[1]

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C1.1	❑ **Type de fondation :** Les fondations décrites ci-après offrent une bonne résistance aux séismes, mais bon nombre de fondations qui semblent présenter les mêmes caractéristiques n'ont pas été conçues par un ingénieur et ne sont pas armées d'acier, d'où l'insuffisance de leur résistance sismique. Figure 4C - 1 : Maison delogée de son muret

RECOMMANDATIONS

❑ **Type de fondation :**
La résistance sismique des fondations est régie par quelques principes de base :

- Les fondations doivent s'appuyer sur un sol solide, et le sol doit présenter des caractéristiques structurales uniformes. Par exemple, il ne faut pas qu'une partie seulement des murs de fondation s'appuient sur du sol solide alors que le reste repose sur de la terre rapportée. La divergence de réaction de ces deux types de sol au cours d'un séisme peut causer de graves dommages aux murs de fondation et amplifier les réactions de la charpente que supportent ces murs.

- Il ne faut pas utiliser des types différents de fondation sous une même maison. L'utilisation de fondations au périmètre de la maison conjuguée à des poteaux intérieurs s'appuyant sur des piliers de béton est une technique courante de construction qui réagit mal en cas de séisme. Chaque type de fondation réagit à sa façon aux mouvements du sol engendrés par un séisme. Pour qu'une maison résiste bien aux secousses sismiques, les fondations doivent se comporter de manière uniforme. Pour ce faire, il s'agit tout simplement d'utiliser des systèmes de construction uniformes, en commençant par la fondation.

- Le type de fondation à utiliser dépend surtout de l'état du sol sous l'immeuble et dans son entourage immédiat. Le choix d'un système de fondation doit relever de personnes compétentes en architecture parasismique et reposer sur la géologie du secteur.

Même si les fondations sont parasismiques et se comportent bien en cas de séisme, il arrive que l'insuffisance ou la défaillance des connexions entre les fondations et l'ossature de bois permettent à la maison de se détacher en partie ou en totalité de ses fondations. Cet aspect de l'évaluation est traité au Chapitre 4, Section C, page 132.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	• **Fondation de murs de béton avec armature continue** Dans ce type courant de fondation, les semelles et les murs de béton armé d'acier offrent un soutien uniforme aux principaux murs porteurs du bâtiment. Le système de fondation en béton est renforcé à l'aide de tiges d'acier verticales rattachées aux tiges d'acier horizontales formant un ensemble continu d'un bout à l'autre du système de fondation. Pour assurer une bonne résistance sismique, il est important que l'armature d'acier épouse les coins et les jonctions de la fondation. Ce type de fondation permet au bâtiment de réagir en un seul bloc aux secousses sismiques et de réduire au minimum les dommages. • **Radier (appelé aussi dalle flottante ou dalle sur terre-plein)** Reposant directement sur le sol, la dalle de béton armé offre un soutien rigide et continu. Les radiers constituent souvent la solution idéale pour les bâtiments érigés sur des sols mous ou de la terre rapportée, car ils peuvent franchir aisément des poches de sol offrant peu de soutien. Au cours d'un séisme, la dalle et la charpente bougent à l'unisson, d'où l'absence de déformations ou de fissures graves. Les dimensions de la dalle de même que le calibre et l'emplacement de l'armature dépendent de l'état du sol et de l'emplacement des charges imposées par la charpente. • **Pieux ou pile-caisson** Ce type de fondation est fait de pieux d'acier ou de béton armé pénétrant profondément dans le sol. Ce type de fondation est habituellement utilisée dans les sols mous ou instables, tels que terres rapportées ou humides. Ces pieux traversent le sol instable pour s'appuyer sur un sol plus solide, ce qui permet à la terre de surface de se tasser et de bouger sans déranger la structure. On utilise rarement ce type de fondation dans la construction de maisons en raison de sa complexité et de son coût élevé.

Figure 4C - 2 :
Fondation de murs de beton avec armature continue

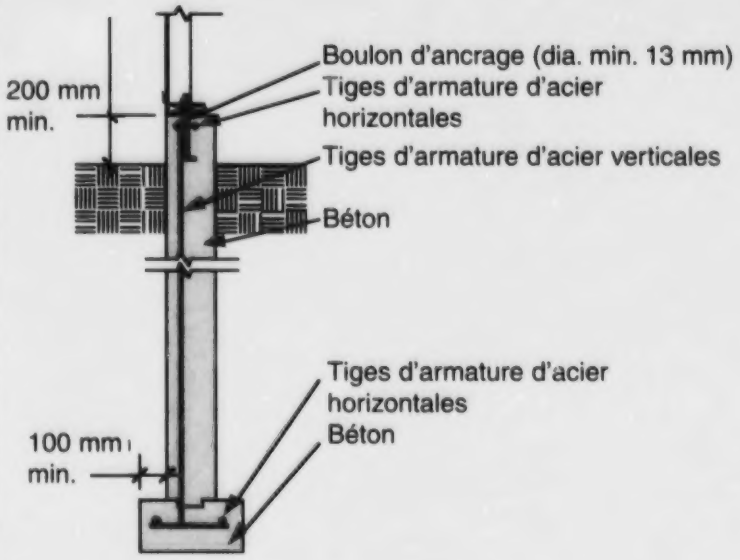
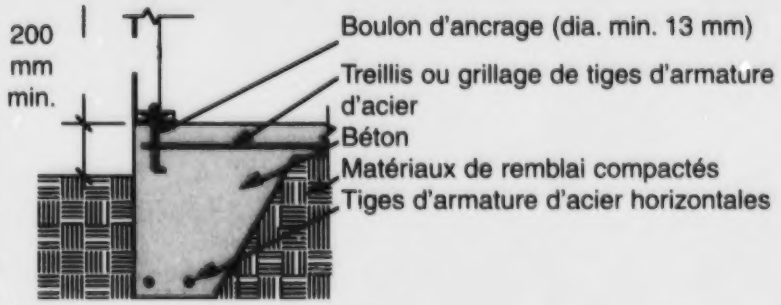


Figure 4C - 3 :
Dalle flottante



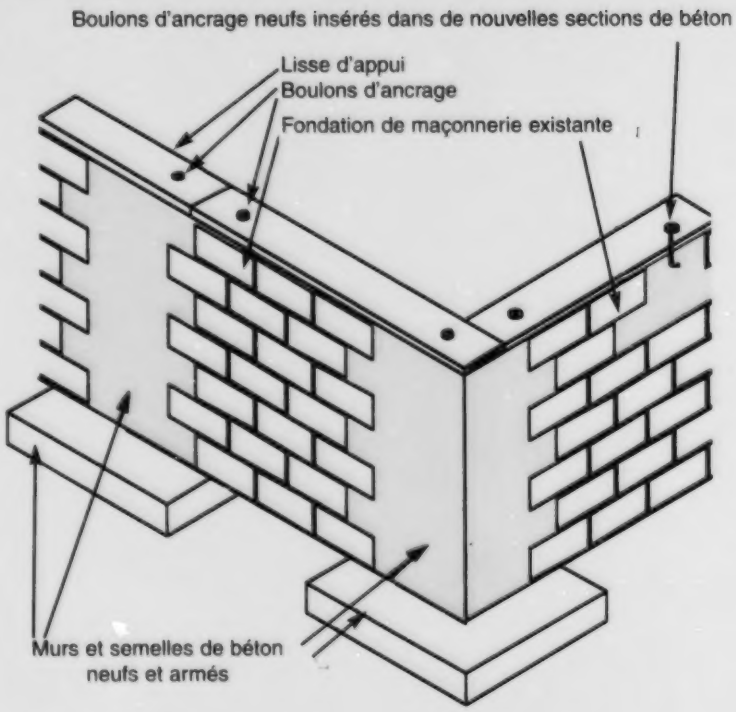
Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C1.5	❑ **Fondation de maçonnerie :** Les fondations faites d'éléments de maçonnerie sont généralement non parasismiques et rarement armées de tiges d'acier. Les fondations de pierres, de briques et de blocs de béton non armées parviennent très mal à soutenir la charpente de la maison et à transférer les secousses en cas de séisme. Même en bon état, ces fondations peuvent mal se comporter au cours de graves séismes, car elles parviennent difficilement à retenir les boulons qui y sont ancrés et doivent retenir l'ossature de bois au-dessus et elles tolèrent mal les mouvements du sol sur lequel elles s'appuient.

RECOMMANDATIONS

❑ **Fondation de maçonnerie :**

- Si la fondation est faite de briques, de pierres ou de blocs de béton et qu'elle n'est pas pourvue d'une armature d'acier, la connexion structurale entre la charpente de la maison et le sol doit être améliorée. Consultez un ingénieur de structure se spécialisant dans l'architecture parasismique. Plusieurs solutions permettent d'améliorer la fondation, mais leur choix dépend de facteurs comme l'état du sol, la géométrie de la maison, la nature des modifications envisagées et les coûts. Parmi les recommandations souhaitables, citons le remplacement de certaines parties de la fondation par des blocs de béton ou du béton armés d'acier.

Figure 4C - 4 :
Détails de l'amélioration d'une fondation de maçonnerie



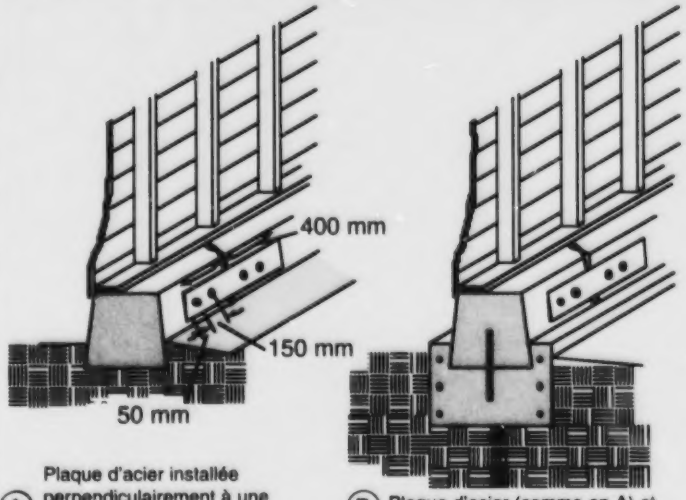
Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C1.6	❑ **Fondation de béton :** Les fondations de béton renferment souvent des fissures. Si la largeur de ces fissures est supérieure à 3 mm (1/8 po), il faut effectuer des réparations. Il ne faut pas confondre ces larges fissures avec les fissures capillaires qu'on observe couramment et qui sont causées par le rétrécissement du béton par suite du séchage. Les larges fissures peuvent révéler un grave problème dans le système de fondation et dans sa capacité de supporter convenablement les charges. L'affaissement des bâtiments est souvent attribuable à l'interaction entre les charges de la charpente et l'état ou le taux d'humidité du sol. Toute amélioration nécessaire des fondations doit être conçue par un ingénieur spécialisé. Il peut s'agir de renforcer, d'élargir ou de rendre plus profondes les fondations là où elles montrent des signes de fatigue. Si aux fissures s'ajoute la décomposition du béton, il faudra probablement remplacer les sections touchées. Tous ces problèmes sont généralement attribuables à un mauvais drainage des fondations. Bien que les fissures capillaires ne soient pas l'indice de dommages structuraux importants, il faut les réparer. L'infiltration d'eau par ces fissures peut provoquer la corrosion de l'armature d'acier et, à long terme, la décomposition du béton. On peut vérifier la présence d'armature d'acier à l'aide d'un détecteur ultrasensible de métal ou d'un appareil de détection par rayons X.

RECOMMANDATIONS

❑ **Fondation de béton :**

- Le choix des techniques de réparation des fissures dans le béton dépend des causes : état du sol, charges prévues, mélange de béton, qualité de la mise en place du béton et pression hydraulique (drainage). La cause de la fissuration du béton doit être déterminée et éliminée avant l'exécution des travaux de réparation. S'il s'agit d'une fondation non armée d'acier, on peut nettoyer les fissures, les faire sécher à l'aide d'air comprimé et les combler à l'aide d'un mortier époxyde-ciment ou d'un mortier structural posé à la main. On peut renforcer dans une certaine mesure la région fissurée par l'installation d'une plaque d'acier perpendiculaire à la fissure et se prolongeant d'au moins 400 mm (16 po) de chaque côté de la fissure. Cette plaque doit être boulonnée au mur de fondation comme le montre la Figure 4C-2, page 89. La réparation des fondations armées est plus compliquée, car il faut soumettre l'acier rouillé à un traitement chimique. Ce type de réparation, qu'il vaut mieux confier à un spécialiste, fait appel à des techniques de nettoyage et d'injection de résine d'époxy.

Figure 4C - 5 :
Réparation d'une fondation de béton



(A) Plaque d'acier installée perpendiculairement à une fissure dans une fondation

(B) Plaque d'acier (comme en A) et nouvelle fondation

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER

C2	OSSATURES DE BOIS

❑ **Schémas de la charpente :**

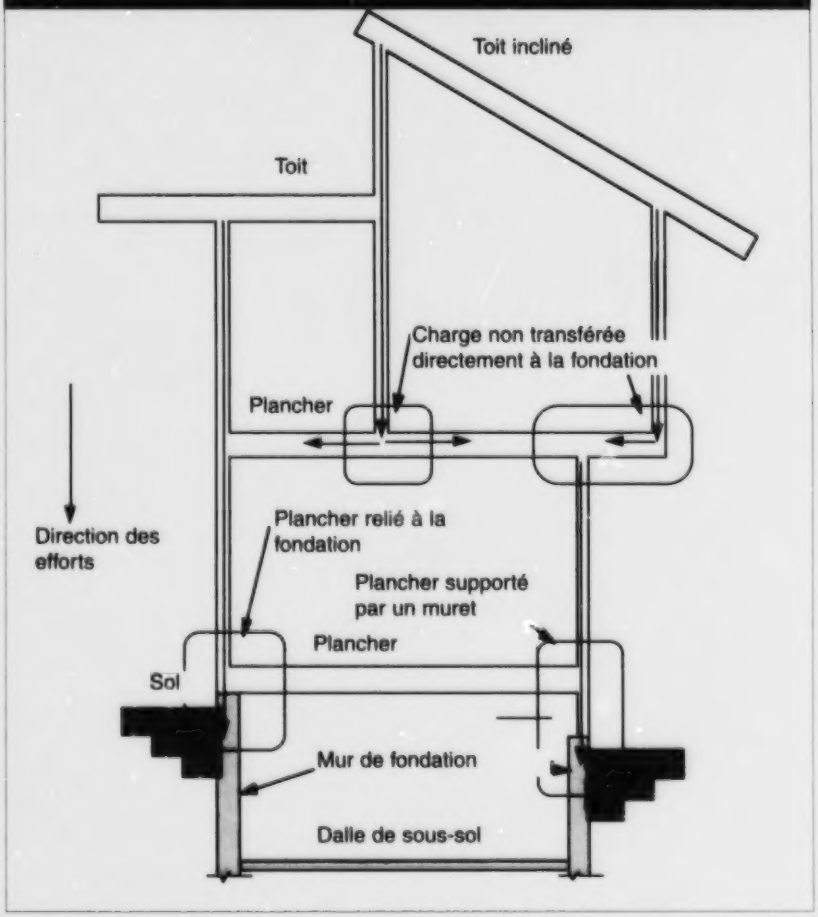
L'établissement de schémas de la charpente de la maison se révèle une aide précieuse dans l'évaluation de la capacité de la charpente de résister aux forces sismiques. Voici des relations structurales importantes à prendre en compte et à illustrer sur les schémas :

- Quel type de système(s) de charpente est utilisé dans la construction de la maison ?
- Comment l'ossature de bois est-elle reliée à la fondation ?
- Le premier plancher à ossature de bois est-il relié à la fondation ?
- Les charges du toit de même que celles des planchers et des murs supérieurs sont-elles directement transférées aux murs inférieurs ?
- Les murs (et les poteaux) intérieurs et périmétriques qui reçoivent des charges des étages supérieurs sont-ils soutenus directement par la fondation ?

Toutes ces questions visent à faciliter la description de l'ampleur des « voies d'effort continues » de la maison à l'étude. Une voie d'effort continue est une ligne verticale depuis le sommet d'une structure jusqu'au sol, ligne par lesquelles les forces, dont les forces sismiques, sont transférées de la structure au sol. Par exemple, si le mur d'un étage supérieur ne se trouve pas directement au-dessus d'un mur de l'étage inférieur, la voie d'effort est interrompue. Lorsqu'un mur comporte des ouvertures pour des portes ou des fenêtres, la largeur de la voie d'effort continue est amputée de la largeur de ces ouvertures.

❑ **Schémas de la charpente :**
Voici un diagramme en section de la charpente d'une maison. Pour un exemple et des plans plus détaillés, se reporter à l'étude de cas de l'Annexe F.

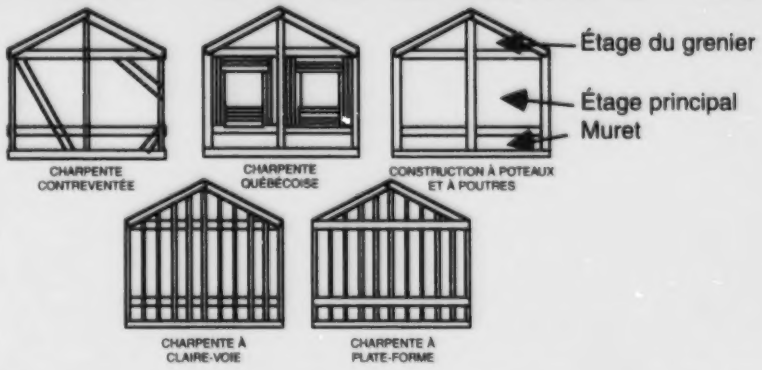
Figure 4C - 6 :
Transfert des efforts dans un immeuble type de 2 étages avec sous-sol — vue en section



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C2.1	❑ **Types de charpente :** La construction des maisons au Canada a évolué en réaction à plusieurs facteurs : • l'application de techniques traditionnelles de construction empruntées de l'étranger, principalement de l'Europe ; • le changement des caractéristiques des arbres pouvant être abattus et transformés pour la charpente, le parement et d'autres composants de la maison ; • la mise au point de nouveaux produits ligneux et de nouvelles techniques de construction, surtout après la Deuxième Guerre mondiale. Pour ériger des maisons dans les régions canadiennes sujettes aux séismes, on a appliqué diverses techniques de charpentage : charpente contreventée, charpente québécoise, charpente à claire-voie, construction à poteaux et à poutres et charpente à plate-forme. Chaque technique présente des caractéristiques uniques qui doivent être prises en compte dans l'amélioration parasismique. Le type de charpente dont l'analyse présente le plus de défis, c'est le type composé, c'est-à-dire celui où la technique de charpentage diffère d'une partie à l'autre de la maison. Si l'on combine plusieurs techniques de charpentage, il vaut mieux consulter un ingénieur de structure, car le présent *Guide* n'aborde pas les complexités de systèmes multiples et non intégrés.

❑ **Types de charpente :**

Figure 4C - 7 :
Diagrammes simples comparant les charpentes de murs de pignons appliquant des méthodes canadiennes typiques de charpentage



POINTS À VÉRIFIER

- **Charpente contreventée**
  Cette forme traditionnelle de construction est encore utilisée de nos jours dans certaines structures d'étables, mais rarement comme technique de charpentage des maisons après les années 1950. Elle se caractérise par des poteaux intermédiaires et corniers de grande dimension et qui s'étendent depuis la fondation jusqu'aux débords de toit, des étais pleine longueur ou des contrefiches reliant les extrémités des poteaux corniers, des étages supérieurs reposant sur des liernes entre les poteaux, des assemblages à tenon et mortaise complétés par des chevilles de bois, des montants espacés d'environ 400 mm (16 po) de c. à c. entre les poteaux et, enfin, un revêtement horizontal, le plus souvent des planches de 1 x 6 à rainures et languettes. Si elles sont érigées par des ouvriers qualifiés et que les matériaux sont en bon état, les charpentes contreventées sont exceptionnellement solides (les assemblages à chevilles de bois sont de trois à quatre fois plus résistants que les connecteurs métalliques).

- **Charpente québécoise**
  Ce type de charpente, qui est une variante de la charpente contreventée, est particulier au Québec. Il se caractérise par une application limitée des techniques de contreventement et par l'utilisation de planches de 2 po de diverses longueurs comme montants et revêtement pour compléter les murs entre les poteaux et les liernes. Ces planches intermédiaires ne reposant pas directement sur les poteaux corniers de manière générale, elles contribuent peu à la solidité globale de la charpente.

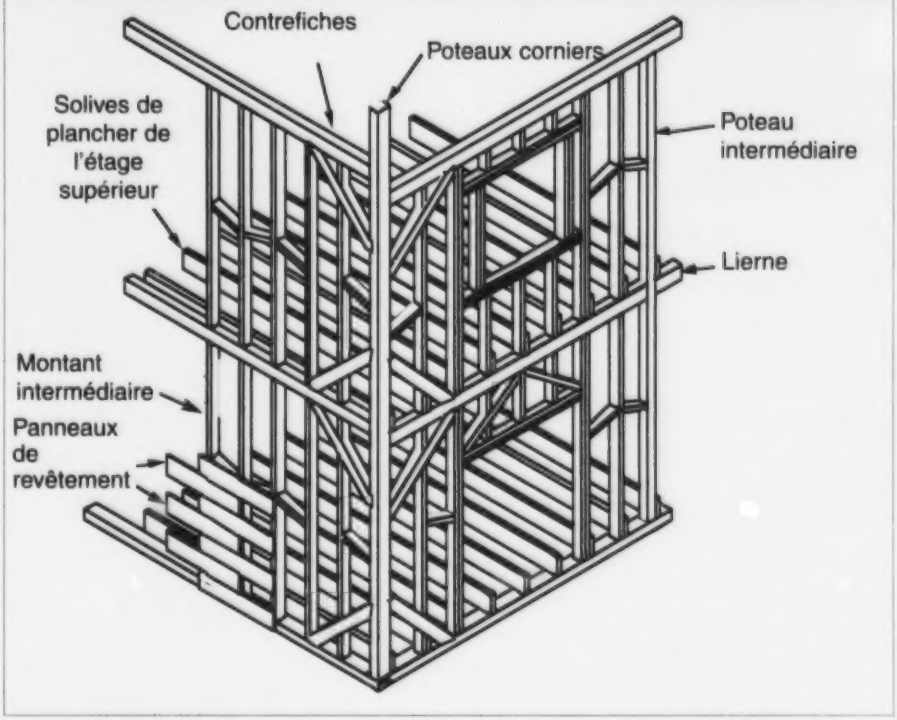
Figure 4C - 8 :
Charpente québécoise vers les années 1975

RECOMMANDATIONS

- **Charpente contreventée**
  Si la maison a besoin d'un contreventement horizontal, appliquez les techniques décrites dans le Chapitre 4, Section C, page 110.

- **Charpente québécoise**
  L'amélioration parasismique d'une charpente québécoise comprend souvent l'ajout d'un contreventement horizontal (Chapitre 4, Section C, page 110) et de connecteurs structuraux métalliques (Chapitre 4, Section C, page 128).

Figure 4C - 9:
Plate-bande

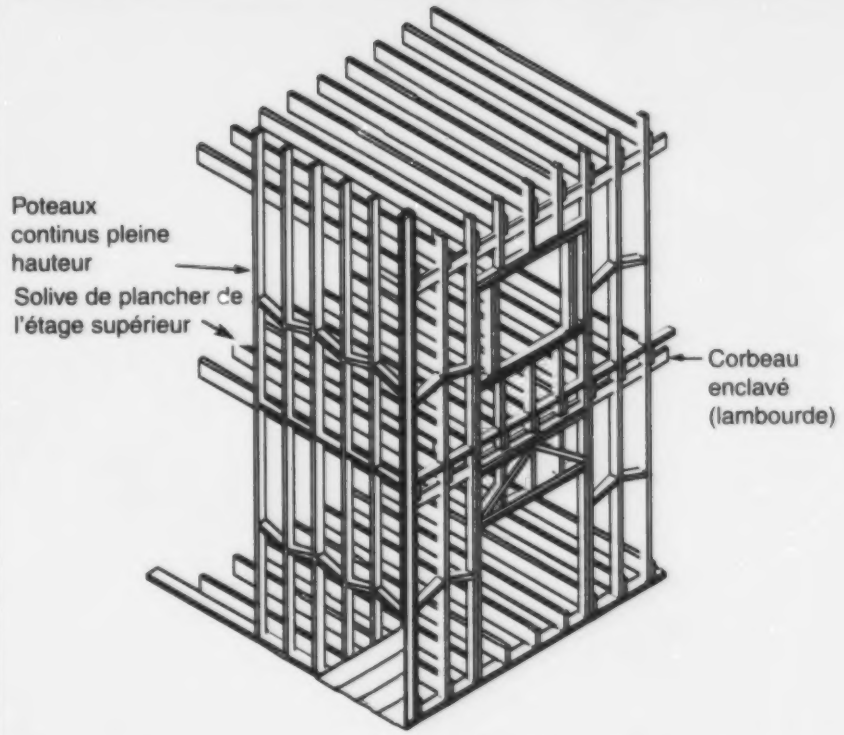


Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	• **Charpente à claire-voie** Ce type de charpente est le prédécesseur de la charpente à plate-forme si courante de nos jours et se caractérise par des poteaux qui s'étendent, sans interruption, depuis la fondation jusqu'au débord de toit. Chaque poteau transfère la charge qui lui est imposée à la lisse d'appui sur la fondation sans l'aide d'une répartition latérale. Ainsi, dans ce type de charpente, les ouvertures sont souvent superposées les unes aux autres et il est possible de prévoir un contreventement horizontal continu des murs. Par contre, les solives de plancher des étages supérieurs s'appuient sur des corbeaux de 25 x 200 mm (1 x 8 po) enclavés dans les poteaux (qui sont entaillés de 25 mm [1 po]), ce qui affaiblit la charpente et le diaphragme du plancher des étages supérieurs. La charpente à claire-voie n'est pas contreventée horizontalement, c'est la résistance du revêtement et du parement qui en assure la rigidité. La charpente à claire-voie s'illustre par l'économie de bois d'œuvre et la simplicité de la construction. Elle est rarement utilisée de nos jours, car il est souvent impossible de trouver des poteaux d'une intégrité structurale et d'une longueur suffisantes pour plusieurs étages. Les corbeaux sont un type spécialisé de lambourdes, comme on en voit dans chaque type de charpente.

RECOMMANDATIONS

- **Charpente à claire-voie**
  Les techniques de contreventement décrites au Chapitre 4, Section C, page 110 s'appliquent et atténuent les faiblesse sismiques inhérentes des charpentes à claire-voie.

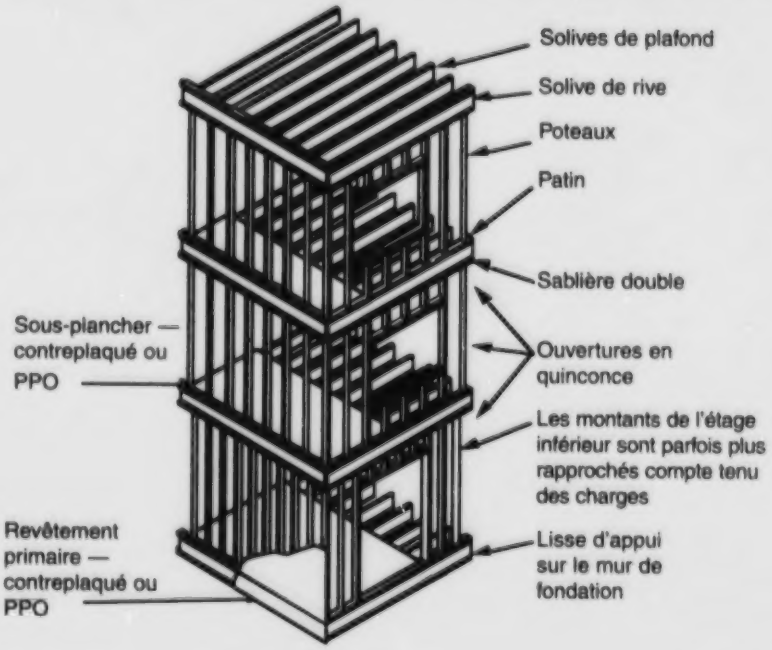
Figure 4C - 10 :
Charpente à claire-voie



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	• **Construction à poteaux et à poutres** Cette méthode de charpentage se caractérise par une structure légère et ouverte de poutres et de poteaux divers. En général, le toit et les planchers se composent d'une ossature faite de planches de 50 mm (2 po) d'épaisseur soutenues par des pannes et des poutres qui, elles, s'appuient sur des poteaux. Les éléments de la charpente sont reliés entre eux par des connecteurs métalliques ou des assemblages à tenon et mortaise. Ils sont généralement exposés comme élément architectural. Contrairement à d'autres systèmes de charpente pouvant utiliser leurs murs porteurs comme contreventement horizontal, la construction à poteaux et à poutres ne peut résister aux forces sismiques sans l'ajout d'éléments structuraux. Le contreventement peut être réalisé à l'aide d'éléments de bois ou d'acier en diagonale ou de panneaux muraux reliés aux poteaux, aux poutres et aux fondations. Il est difficile de rendre ce type de construction à l'épreuve des séismes à moins d'une conception soignée. • **Charpente à plate-forme** C'est le type de charpente utilisé dans la plupart des maisons construites depuis la Deuxième Guerre mondiale. Chaque plancher est une plate-forme dont le périmètre se compose d'une solive de rive continue à laquelle sont assemblées les solives. Un sous-plancher — généralement des panneaux de contreplaqué — est cloué au-dessus de cette ossature, et la plate-forme qui en résulte sert d'appui aux murs et aux planchers des étages supérieurs. La charpente des murs s'élevant sur toute la hauteur de l'étage, chaque étage est une entité structurale distincte. La jonction des éléments des murs et de ceux des planchers forme une ligne faible qui risque de céder. En général, ce type de charpente n'est pas contreventé, et on se fie à la solive de rive continue, au revêtement primaire et au parement pour en assurer la stabilité.

- **Charpente à plate-forme**
  Les recommandations de la présente section s'adressent tout particulièrement aux charpentes à plate-forme. Les charpentes à plate-forme ont souvent besoin d'un contreventement horizontal. En raison de la rupture de la continuité des éléments de charpente à chaque étage, il est également important de prévoir des attaches verticales au niveau de chaque plancher.

Figure 4C - 11 :
Charpente à plate-forme

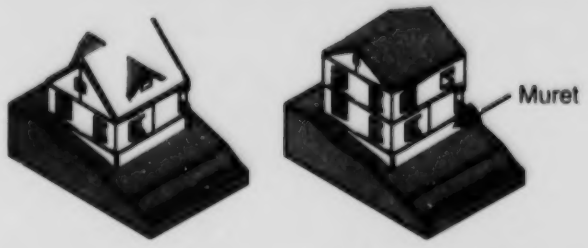


POINTS À VÉRIFIER

C3	MURETS
C3.1	❑ **Construction des murets :**

Les murets sont de petits murs à ossature de bois s'élevant depuis le dessus des murs de fondation jusqu'au dessous de la première ossature de plancher. Ils sont une extension de la fondation formant un vide sanitaire, qui permet d'avoir accès aux services tels que les conduites de chauffage ou de gaz, ou formant un sous-sol, qui fait partie de l'espace habitable. Dans les terrains en pente, les murets en aval peuvent être très élevés. Dans les climats tempérés comme ceux de la côte ouest du Canada où le sol ne gèle pas en profondeur, les murets et de petits murs de fondation se combinent pour créer des sous-sol habitables dont la majeure partie s'élève au-dessus du sol fini. On trouve souvent des murets dans les maisons à mi-étages.

Figure 4C - 12 :
Murets sur terrain incliné



L'extérieur des murets est souvent paré comme le reste de la maison. De l'intérieur de la maison ou du vide sanitaire, on peut souvent observer les détails de la construction des murets, évitant ainsi de devoir retirer le parement. Pour résister aux séismes, les murets doivent être contreventés horizontalement. Regardez si les poteaux sont couverts de panneaux de contreplaqué ou si un revêtement en diagonale ou des étais ont été installés. Si l'extérieur de la charpente n'est pas contreventé d'une de ces trois façons, vous devez renforcer les murets. Même si ces matériaux ont été installés, on ne peut savoir faute d'une observation directe si ceux-ci ont été correctement cloués aux poteaux.

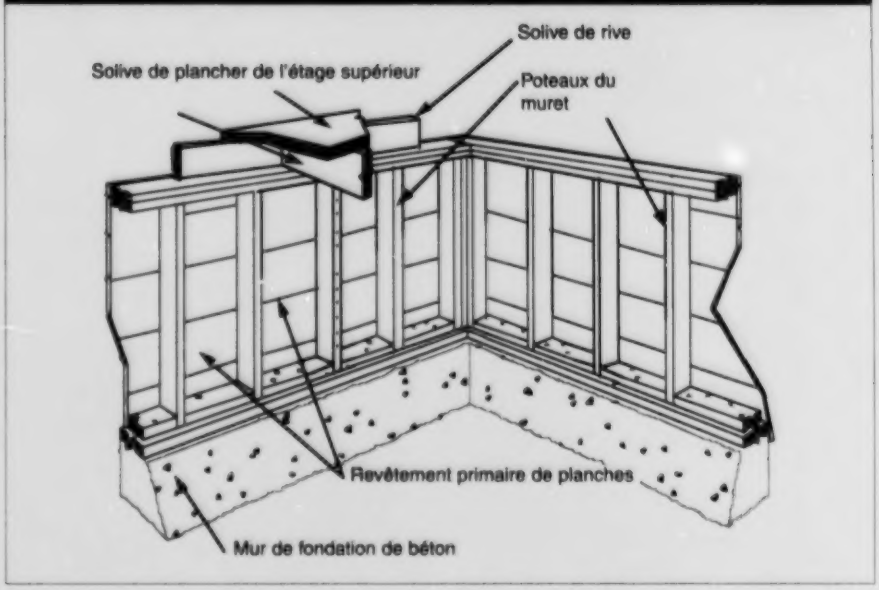
Une très grande partie des dommages causés par les séismes aux maisons à ossature de bois est attribuable à la défaillance de la charpente des murets. Pour bien résister aux séismes, les murets doivent être contreventés horizontalement et solidement reliés à la fondation en dessous et au plancher au-dessus, et ses matériaux doivent être en bon état. Les moins résistants sont ceux qui sont parés de planches horizontales, de bardeaux, de stucco ou d'éléments de maçonnerie. Ces parements extérieurs n'offrant aucune résistance horizontale, le muret risque fort de s'effondrer. Puisque l'intérieur de la maison comporte de nombreux murs résistant aux forces sismiques, cette partie de la maison est plus rigide. Par contre, les murets se trouvent au périmètre de la maison et sont rarement pourvus de murs intérieurs leur venant en aide, d'où leur grande vulnérabilité.

Dans son livre intitulé *Peace of Mind in Earthquake Country*, Peter Yanev estime qu'on pourrait éliminer jusqu'à 70 p. 100 des graves dommages causés par les séismes aux vieilles maisons à ossature de bois en améliorant les deux points suivants : la connexion entre l'ossature de bois et la fondation et le contreventement horizontal des murets.

RECOMMANDATIONS

❑ **Construction des murets :**

Figure 4C - 13 :
Muret typique sans amélioration parasismique

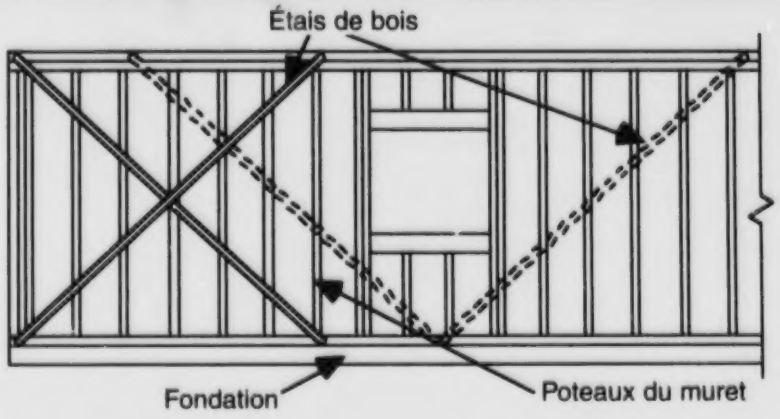


- Déterminez les besoins de contreventement du muret en vérifiant l'orientation des solives de plancher et des chevrons de toit. Si tous ces éléments sont orientés dans la même direction, alors les murs porteurs sur lesquels ils reposent doivent absolument être contreventés pour résister aux séismes. Les murets sont les éléments essentiels du transfert des charges structurales à la fondation. En général, il faut contreventer chaque coin des murets dans chaque direction à l'aide de panneaux de contreplaqué sur une longueur d'au moins 1,8 m (6 pi) pour une maison à un étage, sur une longueur de 3 m (10 pi) pour une maison à deux étages, et sur toute la longueur des murets pour une maison à trois étages.[3] Pour plus de détails sur les murs contreventés, se reporter au Chapitre 4, Section C, page 110.
- On peut améliorer la résistance horizontale des murets par l'ajout de panneaux de contreplaqué depuis l'intérieur ou l'extérieur. En procédant de l'intérieur, on évite d'avoir à retirer le parement extérieur et à le replacer par la suite.
- Tout en réalisant le contreventement des murets, il est également important de remplacer tout élément de l'ossature de bois en mauvais état, qu'il soit pourri, fendu ou trop abîmé, qu'il comporte de grands noeuds lâches ou qu'il ait été trop aminci lors d'une démolition.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER

RECOMMANDATIONS

Figure 4C - 14 :
Vue de face d'un muret montrant les diverses méthodes de contreventement en diagonale



- Pour ériger un muret contreventé à l'aide de panneaux de contreplaqué, ce dernier doit être fixé à la sablière, au patin et à chaque poteau. L'espacement des clous est important et est décrit en détail à l'Annexe C, Détails techniques. S'il s'agit d'un vide sanitaire aéré, pratiquez dans les panneaux de contreplaqué des ouvertures correspondant aux trous d'aération existants. Percez également entre chaque poteau un trou d'aération de 40 mm (1,5 po) à environ 100 mm (4 po) du patin et un autre à la même distance de la sablière. Ce faisant, vous empêcherez l'accumulation d'humidité dans les cavités des murs.

- Pour stabiliser davantage les murets contreventés, vous pouvez ajouter des contrefiches en tant que stratégie de réduction des risques. Ces éléments de contreventement offrent une résistance au mouvement giratoire qui se produit souvent dans les murets longs au cours de forts séismes. Habituellement, il s'agit d'une planche de 38 x 140 mm (2 x 6 po) boulonnée environ à mi-hauteur du poteau et formant un angle de 45 degrés avec ce dernier, puis boulonnée à une solive de plancher sous le sous-plancher. Des connecteurs de retenue en acier devraient être ajoutés à ce poteau pour renforcer le lien entre celui-ci et la lisse d'appui. On peut recouvrir les contrefiches de panneaux de contreplaqué. Pour ce faire, installez d'abord la contrefiche, posez des cales autour de celle-ci pour recevoir le bord du panneau de contreventement et pratiquez une encoche dans le panneau de manière à pouvoir installer ce dernier par dessus la contrefiche.[4]

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

C4	MURS PORTEURS

❑ **Évaluation des murs :**

Pour évaluer dans quelle mesure les murs contribuent à la stabilité de la maison, tracez le plan de chaque étage afin d'illustrer les murs structuraux (ou utilisez les plans que vous avez tracé plus tôt dans le présent chapitre). Reportez-vous à l'étude de cas de l'Annexe F à titre d'exemple d'évaluation. Les plans doivent illustrer tous les murs porteurs, tant à l'intérieur qu'au périmètre de chaque étage, et les ouvertures pratiquées dans ces murs. Il est facile de déterminer quels murs sont porteurs, car ceux-ci s'élèvent du plancher au plafond, et leurs charges sont directement transférées à la fondation. Les parties de mur qui offrent un soutien horizontal n'ont ni portes ni fenêtres. Un long mur comportant une porte ou une large fenêtre est en fait considéré comme deux segments distincts de mur contreventé. Les murs latéraux des étages supérieurs peuvent être porteurs même s'ils reposent sur un mur comportant des ouvertures à condition que leurs extrémités soient transférées à la fondation sans interruption.

Les murs contreventés horizontalement doivent être assez uniformément répartis et suffisamment symétriques dans l'ensemble du plan. Les coins de la maison doivent être formés de murs contreventés ou se situer assez près d'un grand bout de mur contreventé. Parmi les facteurs déterminant les exigences de contreventement horizontal des murs, citons l'état du sol, le poids du bâtiment, la géométrie de la maison, la configuration de la charpente et la zone de risque sismique (qui précise l'amplitude et la durée des séismes). Si les facteurs relatifs à la longueur ou à l'emplacement des murs contreventés sont insuffisants ou inconnus, demandez à un spécialiste en séismes d'analyser les plans de votre maison et de vous conseiller.

L'installation à des endroits stratégiques de murs contreventés dont l'ossature est reliée depuis le débord de toit jusqu'à la fondation réduit considérablement les dommages causés à la maison et à son contenu. Les maisons à un étage bien construites et entretenues, même si elles sont parées de planches de bois horizontales, devraient résister à un fort séisme. Toutefois, les maisons ayant un muret et au moins deux étages devraient comporter des murs renforcés jusqu'au deuxième étage, à tout le moins. Les maisons de toute hauteur parées de bardeaux, de stucco, d'aluminium ou de vinyle ont besoin de murs contreventés pour résister aux séismes. Le parement traditionnel intérieur des murs à l'aide de plâtre ou de panneaux de gypse appliqués sur les poteaux de bois n'est pas assez fort pour bien résister à un séisme. Il faut renforcer ce type de construction à l'aide d'éléments de contreventement horizontal. Plus le nombre d'étages est élevé, plus ces éléments sont nécessaires.

Figure 4C - 15 :
Plan montrant les voies d'effort mixtes pour les plans à grande echelle (voir la maison type à l'Annexe F)

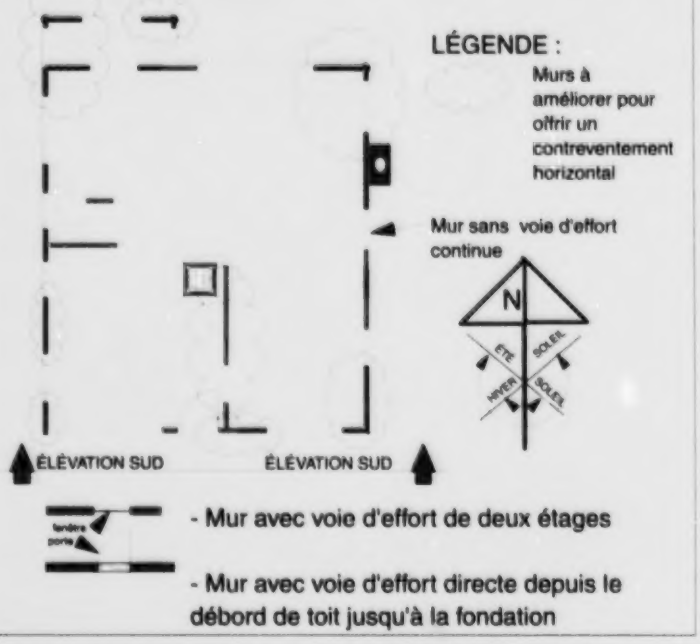
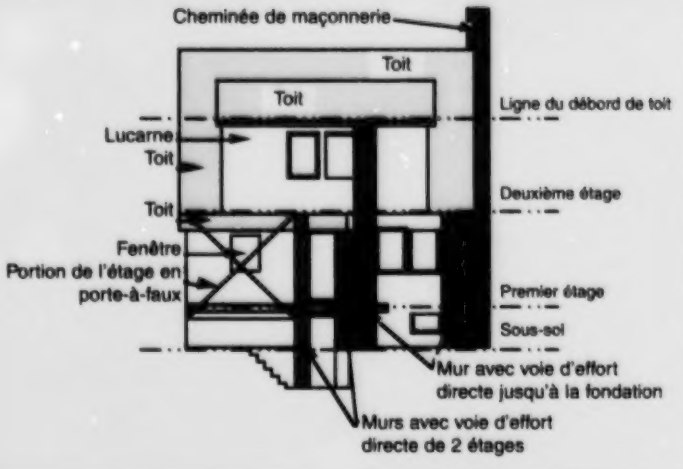


Figure 4C - 16 :
Elevation sud montrant les voies d'effort mixtes



❑ **Murs contreventés horizontalement :**

Les techniques d'ossature de bois qui ont évolué ne prévoient aucun contreventement parasismique. La rigidité horizontale de la maison doit être assurée par d'autres moyens. Les murs contreventés ont été mis au point pour offrir un soutien horizontal à la maison et constituent un élément essentiel de l'architecture parasismique. Un mur contreventé, c'est une partie de mur renforcée pour empêcher la charpente de se démembrer en réaction à un séisme ou aux charges dues au vent.

On peut renforcer la charpente et en prévenir la déformation par plusieurs méthodes, dont les plus courantes sont les suivantes :

(a) Revêtement horizontal de planches	(1)
(b) Revêtement horizontal de planches et étais	(3)
(b1) étais en bois	(3)
(b2) étais métalliques	(3)
(c) Revêtement de planches en diagonale	(6)
(d) Contreventement en panneaux de contreplaqué (mur de contreventement)	(8)

Les chiffres de la colonne de droite indiquent la force relative de chaque méthode. La force qu'on a attribuée au revêtement horizontal de planches est de 1. La force du contreventement horizontal attribuée aux autres méthodes est un multiple de celle du revêtement horizontal de planches. Comme nous l'avons souligné, les portes et les fenêtres affaiblissent la résistance horizontale des murs, car ces ouvertures diminuent la longueur du mur s'opposant aux efforts.[5]

Pour plus de détails sur les murs contreventés horizontalement, voir le chapitre 5 du livre d'Albert Dietz, *Dwelling House Construction*, et le rapport de recherche de L.O. Anderson, *Guides to Improved Framed Walls for Houses*. On y trouvera entre autres la relation entre les types de revêtement de planches, l'espacement des clous et les méthodes de charpentage et quelques renseignements sur l'effet des divers types de revêtement intérieur. La brève description des diverses techniques de revêtement et de contreventement qui suit repose sur ces deux documents de recherche.

❑ **Murs contreventés horizontalement :**

Figure 4C - 17 :
Comparaison des murs contreventés horizontalement

LÉGENDE :

Poteaux espacés de 400 mm de c. à c.

PANNEAU MURAL TYPIQUE

(a) Revêtement horizontal de planches

(b) Revêtement horizontal de planches et étais

(b1) Revêtement horizontal de planches et étais en bois

(b1) Revêtement horizontal de planches et étais en bois

(b1) Revêtement horizontal de planches et étais en bois

(b2) Revêtement horizontal de planches et étais métalliques

(b2) Revêtement horizontal de planches et étais métalliques

PANNEAUX DE CONTREPLAQUÉ

(c) Revêtement horizontal de planches en diagonale

(c) Contreventement en panneaux de contreplaqué (mur de contreventement)

TYPE DE PANNEAU	DESCRIPTION DU MUR	COEFF. DE RIGIDITÉ	COEFF. DE RÉSISTANCE
(a)	Planches horizontales de 200 mm (1 x 8) avec deux clous par poteau	1,00	1,00
(b1)	Planches horizontales de 200 mm (1 x 8) avec deux clous par poteau et étais de bois engravés de 19 x 89 mm (1 x 4)	2,60	–
(b2)	Planches horizontales de 200 mm (1 x 8) avec deux clous par poteau et étais métalliques de 25 x 0,75 mm (1 x 0,03)	3,30	2,90
(c)		5,60	>6
(d)	Panneaux de contreplaqué de 16 mm (5/8 po) cloués à 150 mm de centre à centre	4,60	>8

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	(a) REVÊTEMENT HORIZONTAL DE PLANCHES - Force relative : 1 Le revêtement horizontal de planches fixées à chaque poteau qu'elles croisent à l'aide de clous peut offrir une bonne résistance à la déformation lorsque les clouage est soigné et que toutes les planches sont en bon état. (b) REVÊTEMENT HORIZONTAL DE PLANCHES ET ÉTAIS - Force relative : 3 Les étais (entretoises en diagonale) augmentent la résistance de la charpente à la déformation et offrent une voie plus directe de transfert des forces sismiques à la fondation. L'une des méthodes consiste à engraver dans la charpente une planche continue de bois en diagonale avec les poteaux. Une autre méthode consiste à utiliser des étais métalliques fixées à la charpente en forme de X croisant les poteaux. (b1) REVÊTEMENT HORIZONTAL DE PLANCHES ET ÉTAIS EN BOIS - Force relative : 3 Les étais en bois sont faits de planches de 25 mm d'épaisseur par 100 mm de largeur (1 po x 4 po) engravées dans les poteaux depuis le coin du mur et s'étendant à partir de la lisse d'appui jusqu'à la sablière pour revenir ensuite à la lisse. Idéalement, les étais doivent former un zigzag d'environ 45 à 60 degrés. On ajuste l'angle du zigzag pour contourner les ouvertures (portes et fenêtres) sans couper les étais. Dûment exécuté et appliqué à l'ensemble des murs, ce type de contreventement ajoute beaucoup de rigidité à la charpente, soit presque autant que le revêtement de planches en diagonale. (b2) REVÊTEMENT HORIZONTAL DE PLANCHES ET ÉTAIS MÉTALLIQUES - Force relative : 3 On trouve deux systèmes de renforcement en diagonale analogues aux étais de bois engravés : Les bandes métalliques à plat et les bandes métalliques en section en T. Les bandes métalliques de 75 mm (3 po, calibre 18) appliquées à plat résistant bien à la tension, mais peu à la compression, elles doivent être fixées d'un coin à l'autre en forme de X. Les bandes métalliques en section en T suivent le même motif (en X) que les bandes à plat, mais elles sont fixées dans une entaille de 25 mm (1 po) pratiquées dans les poteaux avant de les y clouer.[6] (c) REVÊTEMENT DE PLANCHES EN DIAGONALE - Force relative : 6 Les planches de revêtement sont installées en diagonale avec un angle de 45 degrés par rapport aux poteaux, depuis la lisse d'appui jusqu'à la sablière sous le toit. À l'instar du revêtement horizontal de planches, on utilise deux clous pour chaque poteau que croise une planche. Grâce au revêtement de planches en diagonale, les efforts de déformation sont directement transférés par le revêtement à la lisse d'appui puis à la fondation. Le revêtement de planches en diagonale se révèle donc beaucoup plus résistant que le simple revêtement horizontal de planches ou les étais.

Figure 4C - 18 :
Perspective et élévation d'un mur à ossature de bois avec étais métalliques

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	(d) CONTREVENTEMENT EN PANNEAUX DE CONTREPLAQUÉ (MUR DE CONTREVENTEMENT) — Force relative : 8 Le contreventement en panneaux de contreplaqué est le système de contreventement le plus résistant. Comme tout autre système de contreventement, le contreventement en panneaux de contreplaqué sera efficace à condition que le bois soit de bonne qualité et que le motif de clouage soit respecté. Divers autres produits de bois, comme les panneaux à particules orientées, peuvent remplacer les panneaux de contreplaqué. Lorsque vous fabriquez des murs contreventés en panneaux de contreplaqué, vous devez clouer ces derniers à une surface d'appui complète. Autrement dit, le périmètre des panneaux doit trouver un appui continu et intégral et les panneaux doivent être cloués sur tout leur périmètre et à tous les poteaux intermédiaires. ❑ **Emplacement et longueur des murs contreventés horizontalement :** Les murs contreventés horizontalement au périmètre de la maison doivent partir des coins et s'étendre de chaque côté des coins. Ils doivent être répartis uniformément sur chaque côté extérieur de la maison. Le fait d'installer des murs selon un modèle symétrique au périmètre réduit au minimum les efforts rotatoires imposés par les séismes. Les murs contreventés doivent partir de la fondation et s'élever sans interruption jusqu'au débord de toit. Il faut réduire au minimum les ouvertures dans ces murs. Renforcez la charpente des ouvertures à l'aide de bandes métalliques. La longueur des murs nécessaire dépend de la hauteur du bâtiment. Au cours d'un séisme, les murs contreventés horizontalement dont la hauteur est supérieure à la longueur ne sont pas aussi résistants que ceux ayant des dimensions standard. Par conséquent, une série de murs contreventés hauts mais étroits n'aura pas la même résistance au cours d'un séisme qu'un seul mur couvrant la même longueur sur un côté de maison.

Figure 4C - 19 :
Mur typique de contreventement en panneaux de contreplaqué dans une charpente à plate-forme

En raison de l'importance des murs contreventés en panneaux de contreplaqué comme méthode de résistance sismique des maisons, nous fournissons d'autres détails sur la construction de ces murs à l'Annexe C du *Guide*.

❑ **Emplacement et longueur des murs contreventés horizontalement :**

- Voici les règles pratiques indiquant le pourcentage de mur périmétrique devant être construit dans le système de murs de contreventement en panneaux de contreplaqué :

Tableau 4C - 1 :
Pourcentage minimal de murs périmétriques contreventés en contreplaqué

	Mur principal et muret	Deuxième étage	Troisième étage	Épaisseur du contreplaqué extérieur
Un étage	20 %	S./O.	S./O.	12 mm (1/2 po)
Deux étages	25 %	20 %	S./O.	16 mm (5/8 po)
Trois étages	40 %	25 %	20 %	19 mm (3/4 po)

Vous trouverez une méthode de calcul de la longueur nécessaire des murs de contreventement à l'Annexe C, Détails techniques. Le tableau et les calculs sont génériques et reposent sur des plans d'étages simples rectangulaires, ce qui, de fait, représente la majorité des maisons canadiennes existantes. Ces données doivent fournir une idée générale du pourcentage de contreventement nécessaire. Pour connaître le pourcentage exact de contreventement d'une maison donnée, consultez un spécialiste.

Pour un exemple d'application de ces données et d'autres données architecturales à une maison existante, reportez-vous à l'étude de cas de l'Annexe F.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

C5	POTEAUX
C5.1	❑ **Poteaux de bois :** Souvent, on utilise des poteaux à l'intérieur des fondations pour soutenir le premier plancher au-dessus du sous-sol ou du vide sanitaire. On les utilise aussi couramment pour soutenir de simples terrasses extérieures ou pour former des abris à voitures au-dessus desquels se trouve souvent un espace habitable. La construction à poutres et à poteaux peut également être utilisée comme charpente de toute la maison (voir le Chapitre 4, Section C, page 102). Au mieux, les poteaux et leurs connexions ont une résistance sismique faible. Les poteaux de bois cèdent souvent, car ils sont affaiblis par la pourriture, ayant été détrempés à leurs extrémités ou attaqués par des insectes. Les connexions entre les poteaux et les lisses, les solives, les poutres ou d'autres éléments structuraux horizontaux sont un autre point principal de faiblesse structurale des poteaux en cas de séisme. Ces lacunes sont très courantes. Heureusement, plusieurs techniques permettent d'y remédier. Bien que peu commode, il peut être nécessaire d'enlever le parement des poteaux et des surfaces adjacentes afin d'évaluer leur état.

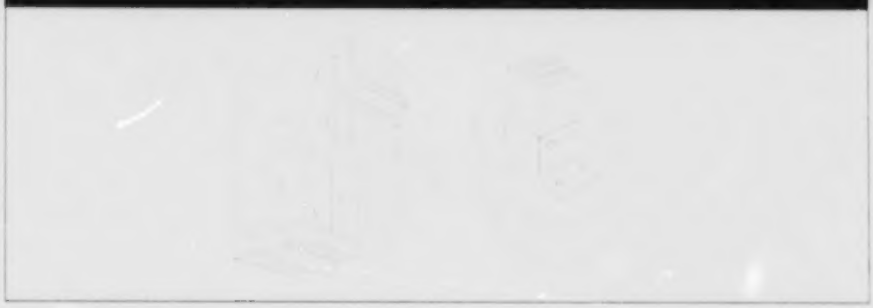
RECOMMANDATIONS

❑ **Poteaux de bois :**

- Examinez tous les poteaux afin d'en évaluer l'état de la structure. Si un poteau est endommagé, vous devez en déterminer la cause et y remédier avant de remplacer le poteau. Le bois endommagé doit être enlevé. Le bois non endommagé et le bois de remplacement doivent être traités chimiquement. Vous trouverez plus de détails sur le traitement chimique au Chapitre 4, Section C, page 131.

- Évaluez l'état et la pertinence des connexions entre les poteaux et la charpente. Installez des dispositifs ouvrés d'ancrage et de charpentage en acier (connecteurs) pour renforcer les connexions vitales entre les extrémités des poteaux et la structure adjacente. Pour ce faire, vous devrez retirer tout parement où seront installés des connecteurs. Ces connecteurs d'acier doivent relier directement les deux éléments structuraux sans aucun matériau entre les deux.

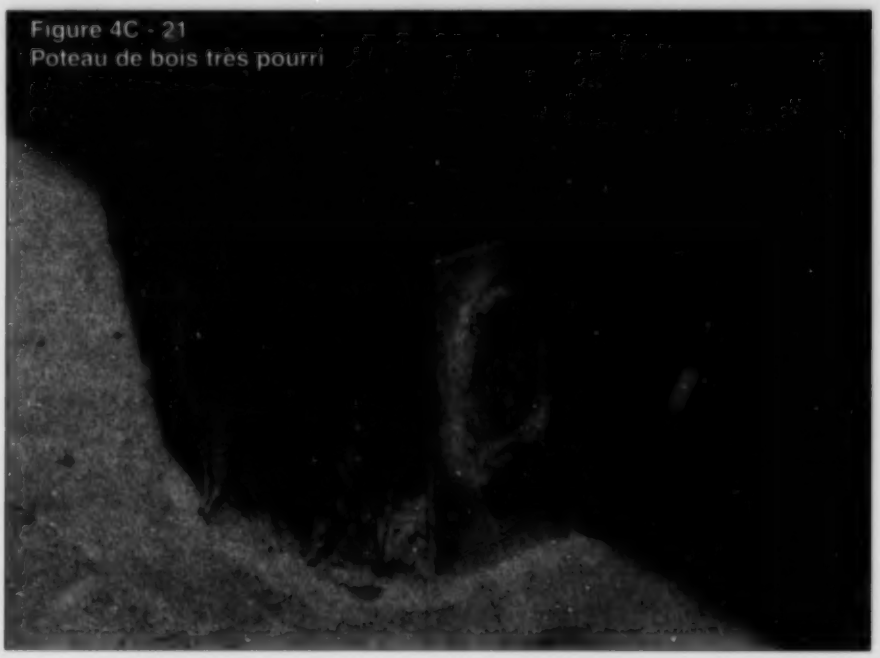
Figure 4C - 20 :
Exemple de connecteur de poteaux à la base et au sommet



- Pour plus de détails sur l'amélioration des connexions entre les poteaux et la structure adjacente, voir le Chapitre 4, Section C, page 128.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

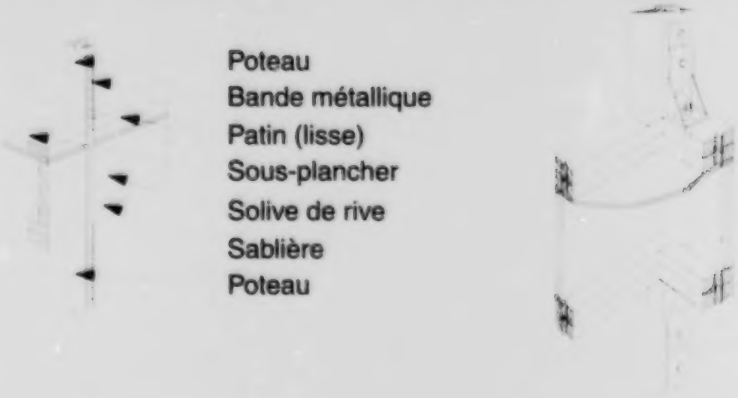
C6	COINS
C6.1	❑ **Charpente des coins :** En cas de séisme, les coins des maisons subissent des efforts considérables, tant horizontaux que verticaux. Les coins doivent réduire les charges dynamiques du toit, des murs et des planchers et les transférer à la fondation. Plus le poids soutenu par le coin est important, plus ces efforts le sont également. Ainsi, le coin d'un mur de vide sanitaire est plus important que celui d'un mur de troisième étage. Pour que les coins puissent résister aux efforts horizontaux, chaque mur du coin ou une bonne partie d'un mur près de ces coins doit être contreventé. Le clouage de sablières doubles aux poteaux formant l'extrémité des murs qui s'assemblent est la méthode de charpentage standard utilisée pour relier les coins à l'ossature de bois. Les poteaux qui forment le coin à l'extrémité des deux murs sont cloués ensemble verticalement, ce qui forme un poteau composé. (On trouvera une illustration de la construction d'un coin d'une charpente à plate-forme typique à la Figure 4C - 11, page 103.) La rigidité des coins offerte par les clous fixant les poteaux ensemble ainsi qu'à la lisse et à la sablière permet rarement aux coins de résister aux efforts sismiques. Il faut installer d'autres dispositifs d'ancrage, de tension et de résistance au cisaillement. Les coins faits de poteaux élancés et non contreventés contre lesquels s'appuie une fenêtre de chaque côté et les coins, encore moins stables, formés par une fenêtre sans soutien structural doivent absolument être améliorés pour résister aux séismes. Si la maison cède au cours d'un séisme, ce sera certainement là où un coin n'est pas contreventé. Pour plus de détails, voir le Chapitre 4, Section B, page 80. Figure 4C - 21 Poteau de bois très pourri 

RECOMMANDATIONS

❑ **Charpente des coins :**
Si les murs des coins sont absents ou courts, consultez un ingénieur de structure pour savoir comment les améliorer. Améliorez les murs de chaque côté des coins de manière à obtenir un contreventement horizontal (voir le Chapitre 4, Section C, page 110) et fixez des attaches à chaque coin de chaque étage pour relier la charpente des murs et des étages adjacents.

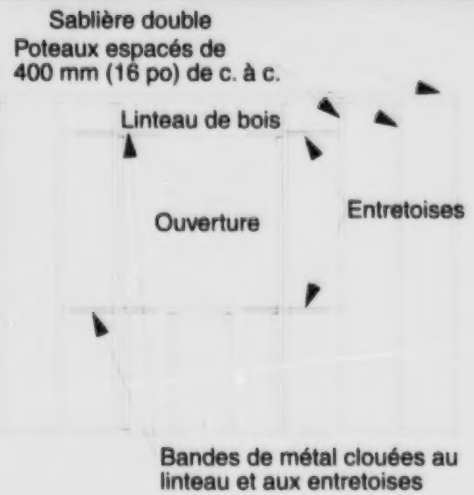
Vous pouvez installer des attaches depuis l'extérieur en retirant le parement extérieur aux endroits visés pour exposer de la sorte le revêtement primaire et la charpente des coins. Vous pouvez poser des attaches après avoir porté au niveau recommandé par le *Guide* le nombre de clous fixant le revêtement primaire. Après avoir fixé les attaches, remettez en place le parement et les moulures décoratives ou réparez le parement. Lorsque vous retirez le parement intérieur ou que vous faites des rénovations à l'intérieur, vous pouvez fixer aux coins des connecteurs de retenue en acier depuis l'intérieur.

Figure 4C - 22 :
Attache typique reliant deux étages et connecteur de retenue des coins à la charpente du plancher



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER

Figure 4C - 23 :
Vue en élevation de la charpente montrant le renforcement des coins des ouvertures



C7 DIAPHRAGMES DES PLANCHERS ET DU TOIT

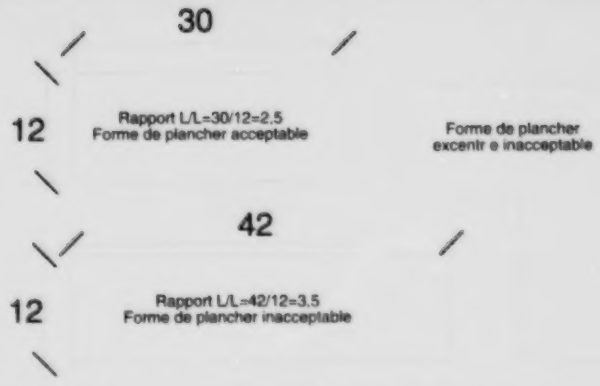
Souvent, les diaphragmes des planchers et du toit absorbent sans difficulté les forces sismiques. Si des dommages sont causés, ceux-ci touchent habituellement les connexions avec les murs ou la fondation ou les larges ouvertures pratiquées dans ces diaphragmes et non pas les diaphragmes même.

Plusieurs caractéristiques expliquent pourquoi les diaphragmes des planchers transfèrent mieux les forces sismiques que ne le font les murs et la fondation. Toutefois, pour qu'un diaphragme réagisse en un seul bloc, tous ses éléments (sous-plancher, solives, chevrons et fermes) et les entretoises doivent être fixés à l'ensemble.

Parmi les caractéristiques assurant l'efficacité des diaphragmes, citons les suivantes :

- Les rives des panneaux de contreplaqué du sous-plancher s'insèrent les unes dans les autres ou sont supportées par des entretoises, ou les panneaux du sous-plancher sont solidement fixées aux solives par des vis et de la colle, ce qui non seulement améliore la rigidité du diaphragme, mais encore réduit au minimum le grincement et le fléchissement du plancher.
- Des entretoises sont installées entre les solives là où elles reposent sur une lisse et à leur centre. Les solives qui ne sont pas pourvues d'entretoises ont tendance à se renverser, ce qui peut entraîner l'effondrement du bâtiment au cours d'un fort séisme.[7] Ces entretoises étant souvent absentes, il faut vérifier leur présence. L'une des façons de vérifier la présence d'entretoises est d'examiner les diaphragmes là où elles sont exposées, c'est-à-dire par le sous-sol ou le vide sanitaire. Si vous ne trouvez aucune entretoise à cet endroit, le reste des diaphragmes de la maison risque fort d'en être dépourvus.
- La forme du plancher est simple et assez symétrique, le rapport de la longueur sur la largeur étant de moins de 3:1.

Figure 4C - 24 :
Illustration du rapport longeur/largeur de certaines formes de plancher et d'une forme excentree



- Toute interruption du diaphragme, qu'il s'agisse d'une aire de séjour en contrebas, d'un plan à mi-étages ou d'un changement de niveau de toit, doit être renforcée par un mur intérieur contreventé et soutenu par une fondation. Malheureusement, ce mur porteur est rarement contreventé.
- Réduisez au minimum le nombre d'ouvertures et leur taille au périmètre des diaphragmes. Les ouvertures dans les coins sont particulièrement indésirables. Les larges ouvertures, comme les puits d'escalier, dont la longueur fait plus de la moitié de la longueur du diaphragme doivent être renforcées par un mur de contreventement et soutenues par un mur de fondation sur l'un des deux côtés dans le sens de leur longueur.

RECOMMANDATIONS

- Là où vous pouvez avoir accès, renforcez les connexions entre le diaphragme et la structure sur laquelle il s'appuie. Des entretoises espacées d'au plus 2,4 m (8 pi) doivent être installées entre les solives.

- Pour assurer une bonne connexion entre le diaphragme du plancher et la sablière de l'étage inférieur, fixez un coin métallique à la sablière et à la solive de rive entre chaque solive de plancher. Fixez un autre coin métallique à l'intersection de chaque solive et de la solive de rive.

Figure 4C - 25 :
Connexion des diaphragmes de plancher aux murs

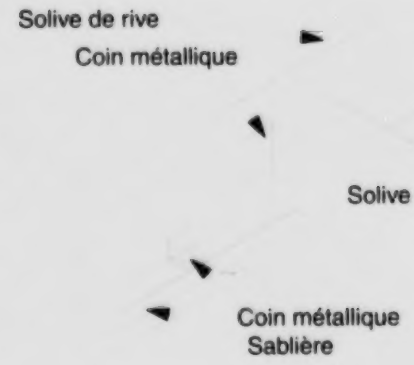
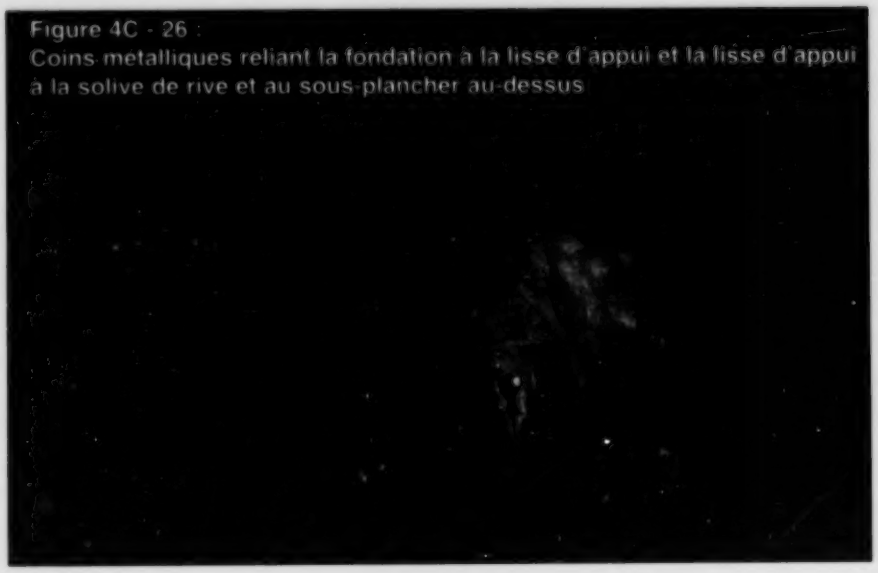
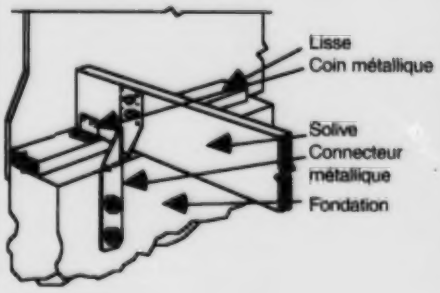


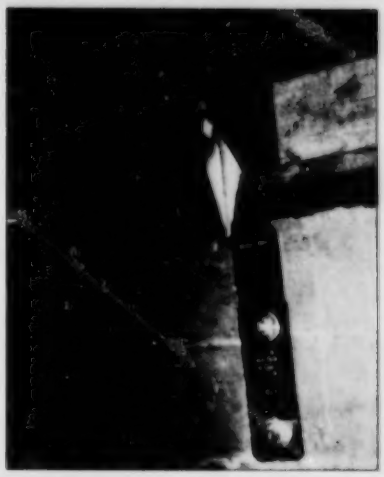
Figure 4C - 26 :
Coins métalliques reliant la fondation à la lisse d'appui et la lisse d'appui à la solive de rive et au sous-plancher au-dessus



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	Pour transférer efficacement les forces sismiques de la charpente de la maison en un seul bloc, il faut un connexion structurale solide entre les diaphragmes de plancher et les murs qui soutiennent ces derniers. Les diaphragmes dont les solives s'appuient sur des lambourdes de bois cèdent souvent. Les charpentes à claire-voie utilisent beaucoup de lambourdes, ou corbeaux. Les lambourdes sont parfois utilisées dans d'autres types de charpente pour soutenir des diaphragmes du coté intérieur d'une fondation ou contre des murs de bois porteurs. Les murs contreventés horizontalement et les connecteurs métalliques sont des techniques qui assurent efficacement la continuité entre les diaphragmes et la structure sur laquelle ils s'appuient, ce qui permet à la charpente de toute la maison de réagir en un seul bloc aux forces sismiques.

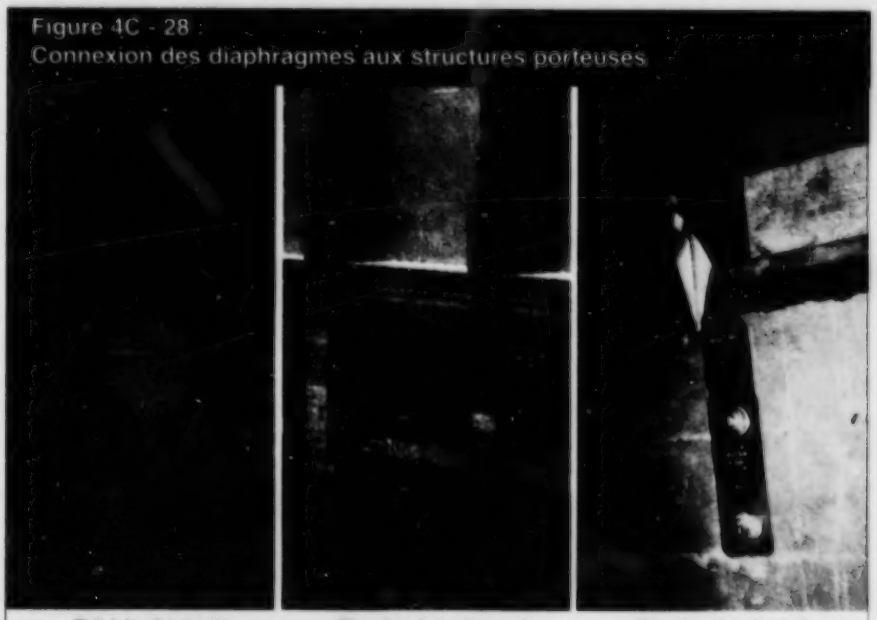
Figure 4C - 27 :
Connexion des diaphragmes de plancher à la fondation





- Ce sont les connexions se trouvant aux coins de la maison entre le diaphragme et la structure sur laquelle il s'appuie qui sont soumises aux plus grandes forces. L'utilisation de boulons d'ancrage et de bandes métalliques permet d'attacher les planchers aux murs, ce qui assure une voie d'effort continue dans la charpente et renforce les endroits soumis aux plus grands efforts. La présence de lambourdes soutenant un diaphragme est un autre point faible. Il est fortement recommandé dans ce cas d'installer des connecteurs métalliques entre tous les éléments du diaphragme aux coins et à la rencontre d'une solive avec une lambourde et de rattacher le tout aux murs porteurs à l'aide de boulons d'ancrage et de bandes métalliques.

Figure 4C - 28 :
Connexion des diaphragmes aux structures porteuses



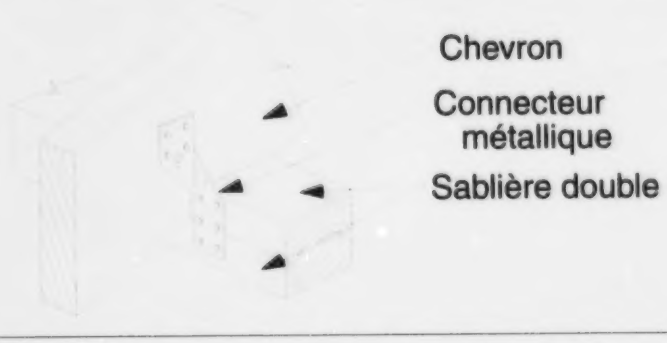
Toit à la charpente au-dessous | Plancher à la charpente au-dessus et au-dessous | Plancher à la fondation

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C7.2	**Toit :** Les diaphragmes de toit cèdent souvent lorsqu'ils portent de lourdes charges. Les charges sont souvent attribuables aux matériaux utilisés : tuiles en terre cuite, tuiles en béton ou ardoises. Par exemple, un toit de tuiles de terre cuite couvrant une maison de 150 m² (1 600 pi²) pèse environ 7 800 kg (17 000 lb), soit beaucoup plus que s'il était couvert de bardeaux bitumés. La nature peut imposer des charges temporaires telles que la neige, la glace ou l'eau. L'accumulation inégale de la neige sur le toit augmente les risques de dommages sismiques. Plus la maison est élevée, plus les charges de toit présentent des risques, car le mouvement du sol est amplifié par la hauteur du bâtiment et la pesanteur du toit, ce qui inflige des efforts beaucoup plus grands à la charpente se trouvant en dessous. Attacher le diaphragme du toit à la sablière du mur inférieur stabilise la charpente de la maison. Les toits en pente reliés à des plafonds plats forment un triangle habituellement très résistant aux séismes. Cependant, que le toit soit incliné ou plat, il est essentiel d'appliquer des techniques de charpentage pertinentes et de relier le toit au sommet des murs qui le supportent. Les diaphragmes de toit sont souvent interrompus par des éléments architecturaux, comme de larges puits de lumière ou des changements de niveau. La taille et l'emplacement de ces éléments peuvent jouer un rôle crucial dans la résistance des diaphragmes de toit lors de séismes. Les planches non jointives se trouvant sous les bardeaux bitumés ou de bois ou les tuiles de terre cuite ou de béton ajoutent peu de résistance sismique au toit. Les produits de revêtement continus, comme les panneaux de contreplaqué, offrent une résistance sismique satisfaisante s'ils sont en bon état et fixés à la charpente. Les revêtements de panneaux sont habituellement assez épais et forts, car ils doivent supporter les matériaux de la couverture et les surcharges dues à la neige et au vent.

RECOMMANDATIONS

- Pour assurer une bonne connexion entre le diaphragme du toit et les sablières, installez des connecteurs métalliques reliant les diaphragmes de la charpente du toit aux deux éléments de la sablière. Pour ce faire, procédez par le dessous (combie) ou, si vous remplacez la toiture ou le diaphragme, par le dessus. Les ouvertures, comme celles pratiquées pour les cheminées et les puits de lumière, doivent être renforcées à l'aide d'entretoises solides et de connecteurs métalliques ouvrés.

Figure 4C - 29 :
Connexion des diaphragmes de toit à la charpente porteuse



- Profitez de chaque occasion où le toit est entretenu ou rénové pour remplacer le revêtement de planches non jointives par un revêtement de panneaux de contreplaqué. Si vous couvrez le toit de bardeaux bitumés ou de bois, prévoyez un treillis d'aération au-dessus du revêtement pour aérer les matériaux de couverture. Les panneaux doivent être cloués à la charpente du toit suivant les recommandations touchant les murs de contreventement horizontal en panneaux de contreplaqué (pour plus de détails sur le motif de clouage, vois l'Annexe C, Détails techniques).
- Si une partie du toit est rénovée, élargissez la partie rénovée jusqu'aux bords du diaphragme du toit. Attachez le diaphragme rénové aux murs porteurs ou aux montants. Améliorez les murs de pignon en faisant de ceux-ci des murs contreventés horizontalement.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

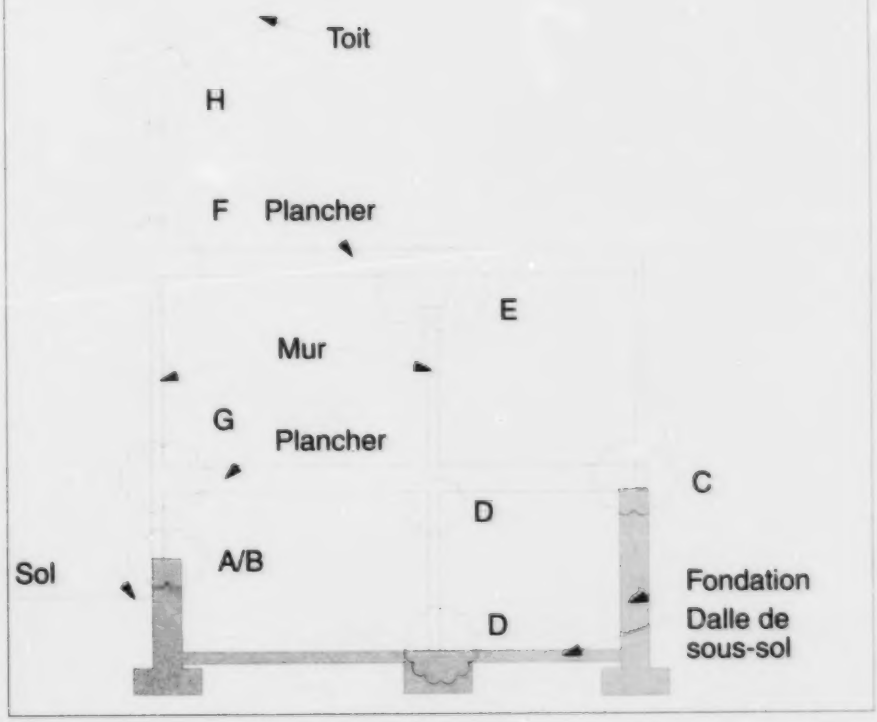
C8	ASSEMBLAGES STRUCTURAUX
	❑ **Connexions parasismiques :** Les matériaux structuraux de la maison et les connexions entre ces matériaux déterminent la résistance de la maison aux forces sismiques. Grâce aux principes reconnus de l'architecture parasismique et au souci des détails durant la construction, on peut rendre les maisons à ossature de bois très résistantes aux séismes. Les connecteurs métalliques constituent une méthode assez simple et économique de combler les lacunes courantes des maisons à ossature de bois. Ces connecteurs doivent servir à ancrer l'ossature de bois à la fondation, à contreventer les murs et à rattacher divers éléments de bois. Ce qu'il faut viser, c'est l'établissement d'une voie efficace et continue de transfert des forces sismiques depuis le toit jusqu'à la fondation. Le recours à des connecteurs métalliques accroît la solidité et la continuité de la charpente et permet à la maison de réagir aux séismes tout d'un bloc.

❑ **Connexions parasismiques :**

Voici des situations courantes où les connexions sont cruciales. (On trouvera à l'Annexe C les plans exposant les détails techniques des connecteurs pour ces situations.)

- Connexion de la fondation à la lisse d'appui (A) ;
- Connexion de la lisse d'appui au muret ou au colombage (B) ;
- Connexion de la lisse d'appui à l'ossature de plancher (C) ;
- Connexion à la base et au sommet d'un poteau (D) ;
- Connexion d'une solive à une poutre (E) ;
- Connexion d'une lambourde à un mur (F) ;
- Connexion d'un plancher à un mur (G) ;
- Connexion du toit à un mur (H).

Figure 4C - 30 :
Connexions parasismiques



Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

C8.1

❑ **Lisse :**

La fondation et l'ossature de bois près de la fondation supportent mal l'épreuve du temps, mais ces éléments sont souvent endommagés même après quelques années. La pourriture ou les insectes causent des dommages à la lisse et au bois en contact avec la fondation, qui est à proximité du sol et exposée à l'humidité. La présence de terre sur le mur de fondation de béton en est souvent la cause première, car elle permet la pénétration de l'humidité et des insectes dans l'ossature de bois. Tout dommage doit être réparé, c'est un cancer en puissance qui, faute de soins, s'étendra à toute la structure et l'affaiblira. Sous l'effet des forces sismiques, les connexions endommagées entre l'ossature de bois et la fondation céderont. Les réparations à cet endroit sont souvent difficiles, donc onéreuses.

Vérifiez si l'épaisseur de la lisse atteint au moins 38 mm (1,5 po). Vérifiez si le bois est de bonne qualité et exempt de larges encoches, fissures, fentes ou noeuds et de pourriture ou dommages causés par des insectes. Certaines maisons sont construites sans lisse, les solives reposant directement sur les murs de fondation. La lisse de bois est un élément important de la connexion parasismique entre la charpente et la fondation.

Il est très important de détecter et d'éliminer la ou les causes des dommages à la lisse, sinon il ne vaut pas la peine de réparer cette dernière.

Figure 4C - 31 :
Lisse et poteau typique au mur de fondation

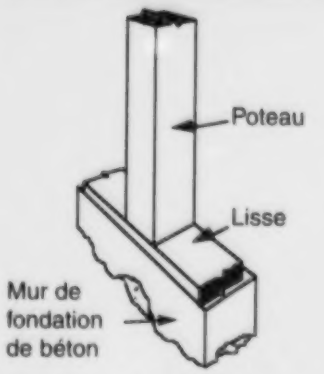
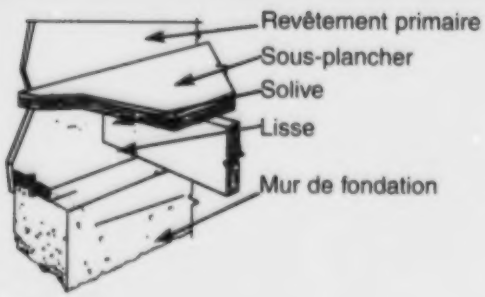


Figure 4C - 32 :
Diaphragme de plancher typique sur la lisse d'appui à la fondation



RECOMMANDATIONS

❑ **Lisse :**

- Vérifiez si la lisse et les éléments de bois adjacents sont secs, spongieux ou friables. Vérifiez le bois à l'aide d'un outil pointu manié à la façon d'un pic à glace. Si cet outil pénètre facilement le bois, ce dernier est probablement pourri. Essayez de déterminer les causes de la pourriture comme le contact avec la terre ou l'humidité.

- Si la lisse est endommagée, les parties touchées doivent être remplacées. Fixez une structure temporaire pour soutenir le mur et les solives au-dessus des parties de lisse à remplacer. Coupez à angle droit la totalité des parties endommagées. Examinez la base des poteaux exposés par l'enlèvement de ces parties de lisse et remplacez ceux qui sont endommagés.

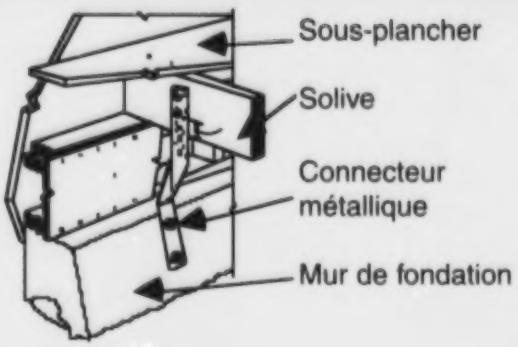
- Avant d'ajouter de nouveaux matériaux (lisse, poteau ou revêtement primaire), saturez les extrémités exposées de la lisse et des poteaux à l'aide d'un préservatif comme du borax ou du naphténate de cuivre afin de retarder la pourriture et de réduire le nombre d'insectes pouvant pénétrer les extrémités des éléments de bois.

- Remplacez les parties endommagées de la lisse par une planche mesurant au moins 38 x 140 mm (2 x 6 po) et traitée avec une solution d'arséniate de cuivre et de chrome d'une teneur suffisante pour préserver le bois en contact avec le sol (selon la norme CAN/CSA - O80 - M89, « Préservation du bois », à 6,4 kg/m³). Saturez toutes les parties rognées à l'aide de la même solution commerciale avec laquelle elles avaient été traitées. Les autres parties de la charpente endommagées, tels les poteaux et les solives, doivent être remplacées par du bois d'œuvre traité de la même dimension.

- Dans certaines municipalités se trouvant dans des régions sismiques, on a encore l'habitude de nos jours de fixer directement les solives de plancher aux murs de fondation en béton ou à une planche de 38 x 89 mm (2 x 4 po) engravée dans la fondation. Cette pratique n'a jamais été recommandée. Si une maison est ainsi bâtie :
  (a) assurez-vous que le diaphragme du plancher au-dessus du sous-sol est bien fixé aux solives de plancher à l'aide de connecteurs métalliques là où c'est possible ;
  (b) attachez à la fondation à l'aide de connecteurs métalliques les solives du plancher se trouvant le plus près de la fondation.

  La quantité et l'emplacement des divers connecteurs doivent être déterminés cas par cas.

Figure 4C - 33 :
Fixation d'une solive à la fondation



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C8.2	❑ **Connexion de la lisse à la fondation :** L'insuffisance des connexions entre la fondation et l'ossature de bois est un cause courante des graves dommages infligés aux maisons par les séismes. Bon nombre de maisons canadiennes, dont celles présentement en construction dans des régions de forte activité sismique, sont pourvues d'une lisse reposant sur les murs de fondation sans y être suffisamment ancrée. Le poids de la maison est souvent le seul élément de résistance aux secousses sismiques. Il faut absolument que la charpente soit solidement fixée à la fondation à intervalles réguliers. Dans les maisons récentes, des boulons d'ancrage sont installés (mais pas toujours), mais la connexion est défaillante, car les rondelles et les écrous sont rarement installés. Le Code national du bâtiment du Canada stipule que : « [...] l'ossature d'un bâtiment doit être ancrée aux fondations [...] par fixation de la lisse d'assise aux fondations au moyen de boulons d'ancrage d'au moins 12,7 mm de diamètre dont l'espacement entre axes est d'au plus 2,4 m. Les boulons d'ancrage doivent être fixés à la lisse d'assise avec des écrous et des rondelles et doivent pénétrer d'au moins 100 mm dans la fondation[...] »[3] Vérifiez si la maison est fixée à la fondation. Dans la négative, elle pourrait être délogée de la fondation durant un séisme. Vérifiez si des boulons de 12 mm (1/2 po) coulés dans le béton de la fondation traversent la lisse. On peut parfois réaliser une inspection préliminaire depuis l'extérieur de la maison en enlevant les grilles d'aération, mais une inspection plus approfondie peut être réalisée de l'intérieur.

RECOMMANDATIONS

❑ **Connexion de la lisse à la fondation :**

- Pour vérifier les connexions, rendez-vous au sous-sol ou dans le vide sanitaire sous la maison et inspectez la fondation. Vérifiez si la lisse est ancrée à la fondation à l'aide de boulons d'ancrage, de rondelles et d'écrous d'acier et notez l'emplacement et l'espacement des connexions. Dans les zones sismiques, l'espace entre les boulons d'ancrage ne doit pas dépasser 2 m pour les maisons à un étage et 1,2 m pour les maisons à plusieurs étages.

- Qu'en est-il des maisons construites sur une dalle de béton, c'est-à-dire sans vide sanitaire ? Pour vérifier l'état de la lisse et confirmer la présence et l'espacement des boulons d'ancrage, vous devez y avoir accès de l'intérieur ou de l'extérieur de la maison. Commencez par inspecter les coins puis d'autres endroits le long des murs où des dommages sont observables et devront être rénovés ou réparés. Toutefois, même si vous trouvez des boulons d'ancrage sur un côté de la maison, les autres côtés peuvent en être dépourvus. N'oubliez pas de vérifier soigneusement l'état de la lisse, qui est souvent détériorée dans ce type de fondation. Si d'autres boulons d'ancrage doivent être installés, vous devez utiliser des boulons à expansion ou fixés à l'aide d'une colle époxyde.

- Parmi les autres mesures à prendre dans les zones où le risque sismique est très élevé, citons les suivantes : les connexions doivent être espacées d'au plus 1,2 m (4 pi) et se trouver au plus à 200 mm (8 po) de chaque extrémité d'un élément de lisse, y compris les coins, et il doit y avoir au moins deux connexions par élément de lisse.

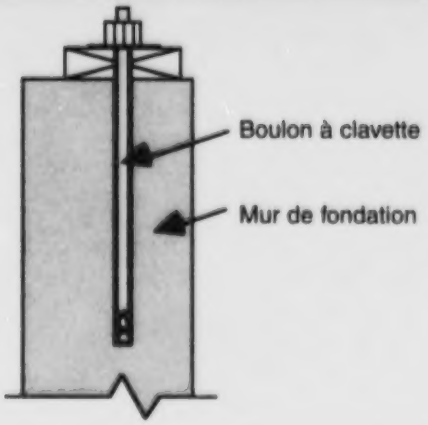
Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
	❑ **Boulons d'ancrage et autres connecteurs métalliques :** À l'aide de techniques de rénovation, on peut installer un système de boulons d'ancrage ressemblant à celui qui est installé au moment du coulage de la fondation de béton. Le premier système fait appel à des boulons à expansion et le deuxième, à de la colle époxyde.

RECOMMANDATIONS

❑ **Boulons d'ancrage et autres connecteurs métalliques :**

- À l'aide de boulons d'ancrage à expansion, on peut installer un système de boulons d'ancrage ressemblant à celui qui est installé au moment du coulage de la fondation de béton. Les boulons de ce système sont ancrés par l'expansion de clavettes contre le périmètre d'un trou percé dans le béton. S'ils sont bien installés, les boulons à expansion résistent à des milliers de kilogrammes d'effort. Pour améliorer les connexions de la lisse à la fondation, utilisez des boulons à expansion d'au moins 12,7 mm (1/2 po) de diamètre. Ces boulons doivent pénétrer la fondation d'au moins 125 mm (5 po) ; ils doivent donc avoir au moins 180 mm (7 po) de longueur compte tenu de l'épaisseur de la lisse et de la rondelle et de l'écrou à leur adjoindre. Utilisez une mèche à bois pour percer un trou dans la lisse et un marteau-perforateur pourvu d'une mèche à pointe carburée pour percer un trou dans le mur de fondation.

Figure 4C - 34 :
Pose d'un boulon à expansion dans un mur de fondation



POINTS À VÉRIFIER

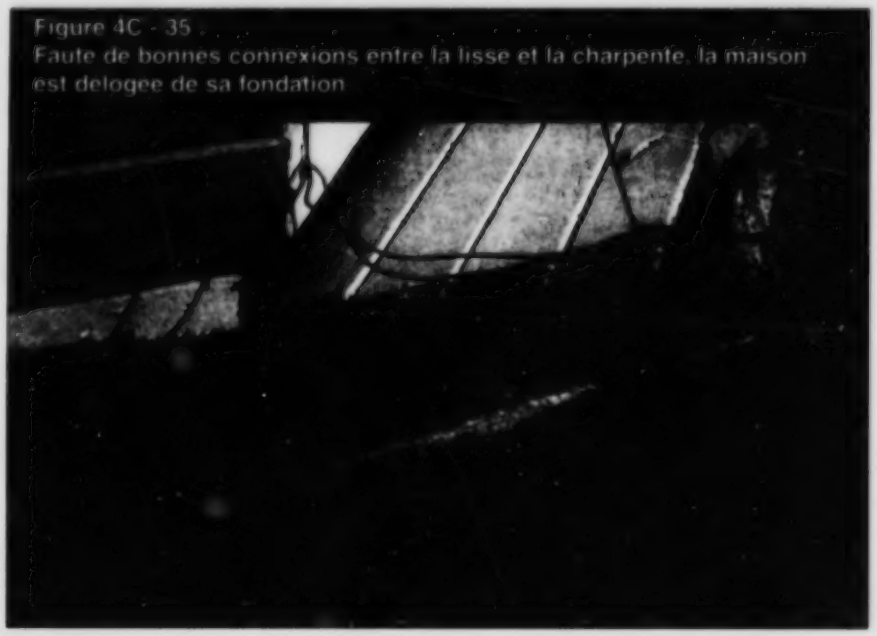


Figure 4C - 35
Faute de bonnes connexions entre la lisse et la charpente, la maison est delogee de sa fondation

La méthode habituelle d'installation de boulons d'ancrage additionnels consiste à percer verticalement un trou dans la lisse et la fondation. Toutefois, l'application de cette méthode est parfois impossible. Si l'espace de travail au-dessus de la lisse est insuffisant ou que d'autres situations rendent difficile la pose de boulons d'ancrage, appliquez d'autres techniques mises au point pour fixer la lisse à la fondation.

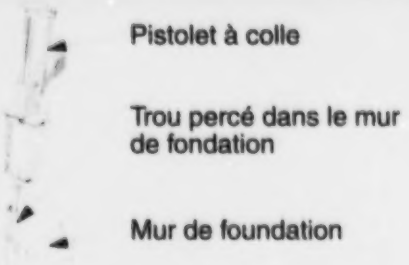
Vérifiez la lisse et déterminez si l'intervalle minimal entre les connexions à la fondation est respecté. Il doit y avoir :

- deux connecteurs par élément de lisse ;
- un connecteur à 200 mm (8 po) au plus de chaque extrémité d'élément de lisse ;
- un connecteur à 200 mm (8 po) au plus de l'extrémité des lisses aboutissant à une intersection ;
- un espace d'au plus 1,2 m (4 pi) entre les connecteurs dans les régions à forte activité sismique et un espace d'au plus 2 m (6 pi) dans les autres régions.

RECOMMANDATIONS

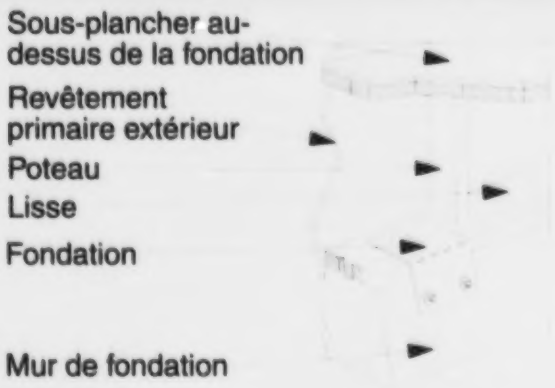
- Comme solution de rechange acceptable, vous pouvez fixer des boulons d'ancrage à la fondation à l'aide de colle époxyde. C'est la solution de rechange la plus résistante, mais aussi la plus onéreuse et la plus délicate au point de vue préparation et installation. Il s'agit de mélanger deux substances et de verser ce mélange dans un trou dont le diamètre est supérieur de 1 à 2 mm à celui du boulon fileté qui y sera inséré. L'avantage de ce système, c'est que toute la partie insérée dans la fondation adhère au trou et n'inflige aucune tension à la fondation autour d'elle, alors que la solidité du lien assuré par le boulon à expansion ne repose que sur l'extrémité du boulon. C'est là un avantage important si l'on craint que la fondation ne s'effrite (si la qualité du béton laisse à désirer) ou qu'il faille installer un boulon près d'un coin ou d'une bordure. Le mélange d'époxyde protège également la partie enfoncée du boulon contre l'humidité et la corrosion.[9]

Figure 4C - 36
Pose d'un boulon à un mur de fondation à l'aide de colle époxyde



- La pose de plaques d'acier ajustées à la fondation (en forme de cornière) est une autre solution de rechange, l'une des extrémités des plaques étant clouée sur le dessus de la lisse et l'autre extrémité boulonnée à au moins 150 mm (6 po) du dessus de la fondation. Cette méthode élimine le perçage vertical de trous tout en offrant une bonne résistance aux mouvements horizontaux et verticaux.

Figure 4C - 37
Autre système de connecteurs métalliques à la fondation utilisé là ou la hauteur libre est insuffisante



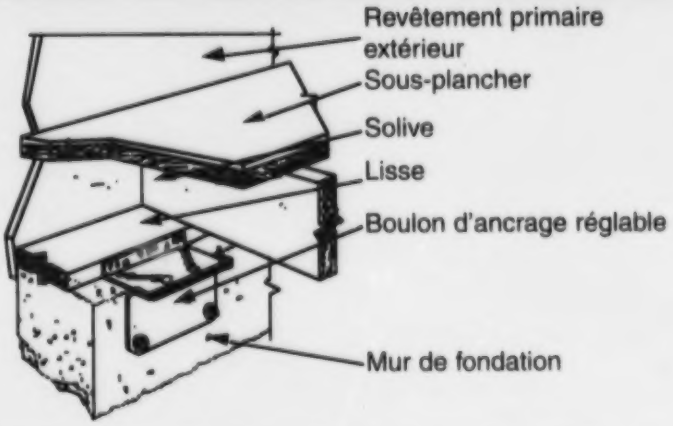
POINTS À VÉRIFIER

Figure 4C - 38 :
Boulon d'ancrage à la fondation là où la hauteur libre est insuffisante

RECOMMANDATIONS

- On peut relier la lisse à la fondation à l'aide de plaques d'acier ouvrées s'insérant l'une dans l'autre, ce qui permet de percer tous les trous horizontalement. Avant d'installer une plaque, il faut percer la lisse de trous qui recevront chacun un tirefond et percer la fondation de trous qui recevront chacun un boulon d'ancrage. Les trous sont centrés sur la partie mince de la lisse et situés à au moins 150 mm (6 po) du dessus de la fondation.

Figure 4C - 39 :
Autre système de connecteurs métalliques ouvrés utilisés pour fixer la lisse à la fondation



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C8.3	❑ **Connexion de la lisse à l'ossature de bois :** On peut ajouter des entretoises pour relier les éléments de l'ossature de bois à la lisse. On peut utiliser des boulons pour relier la charpente d'un mur ou d'un plancher à la lisse. Dans les coins, on installe souvent des connecteurs de retenue dont un boulon est fixé à la charpente et un autre s'insère dans la fondation en traversant la lisse.

RECOMMANDATIONS

❑ **Connexion de la lisse à l'ossature de bois :**

Renforcez les connexions entre la lisse et l'ossature de bois qu'elle supporte. Pour ce faire, vous pouvez utiliser diverses techniques ou les combiner selon la configuration de la structure.

- Si la lisse supporte une ossature à poteaux, fixez à plat sur la lisse à tous les deux poteaux une entretoise de 38 x 89 mm (2 x 4 po). Fixez l'une des extrémités de l'entretoise en y enfonçant deux clous par le côté de chaque poteau et l'autre extrémité à la lisse à l'aide de trois clous. Cela fait, fixez à l'aide de trois clous une entretoise dans chaque espace qui n'en est pas encore pourvu. Coupez les entretoises compte tenu de l'espacement des poteaux. Utilisez des clous communs de 89 mm (3 1/2 po). La pose d'entretoises comporte l'avantage additionnel d'offrir une surface qui se trouve dans le prolongement de celle des poteaux et contre laquelle on peut installer un contreventement horizontal.

Figure 4C - 40 :
Ajout d'entretoises de 38 x 89 mm pour renforcer la connexion entre la lisse et les poteaux de la charpente

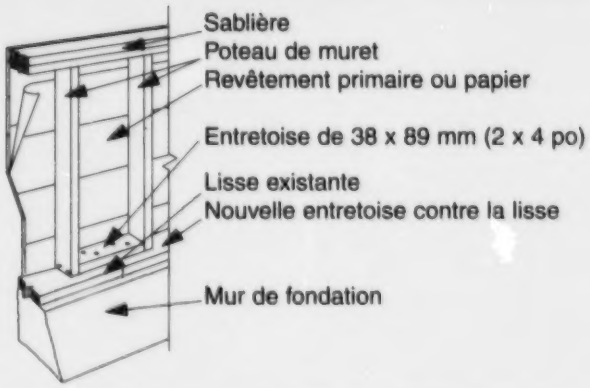
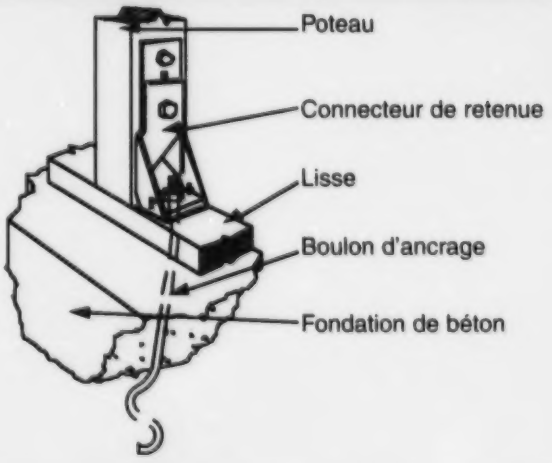


Figure 4C - 41 :
Connecteur de retenue boulonné à la lisse et à la fondation

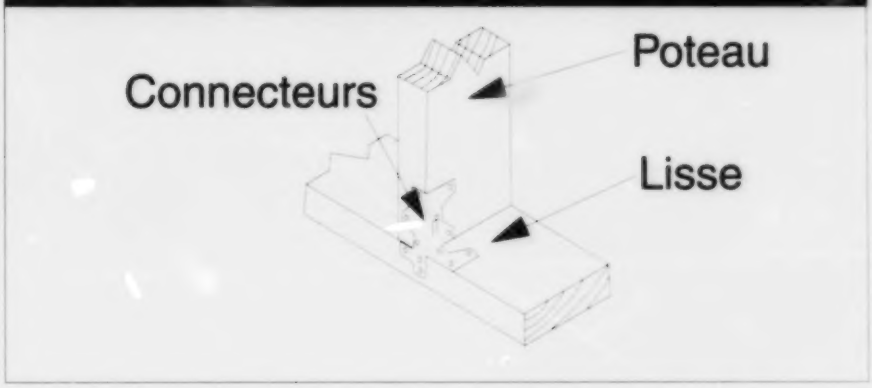


Rubrique	POINTS À VÉRIFIER

RECOMMANDATIONS

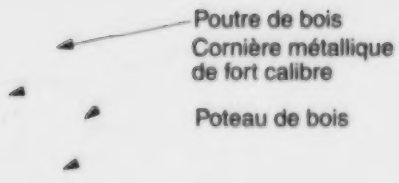
- Si le clouage est irrégulier ou qu'il faut renforcer la connexion, utilisez des connecteurs métalliques ouvrés pour relier les poteaux à la lisse. Ces connecteurs résistent aux efforts tant horizontaux que verticaux. On peut en installer des côtés intérieur et extérieur du poteau si l'on souhaite plus de résistance. On peut utiliser ces connecteurs métalliques conjointement avec les entretoises dont il a été question à la page précédente.

Figure 4C - 42 :
Renforcement des connexions entre les poteaux et la lisse



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C8.4	❑ **Connexion aux poteaux :** Les connexions entre la charpente et la base ou le sommet des poteaux constituent un point faible en cas de séisme. Le recours à des dispositifs d'ancrage ou de charpentage ouvrés en acier peut renforcer considérablement ces connexions vitales. Les poteaux constituent les éléments structuraux résistant le moins aux secousses sismiques, car ils concentrent les charges en un seul point. À moins d'être contreventés et reliés à la charpente, les poteaux risquent fort de céder durant un séisme. Autant que possible, il est souhaitable de stabiliser les poteaux à l'aide de murs contreventés horizontalement ou de croix de Saint-André.

Figure 4C - 43 :
Cornières métalliques de fort calibre agissant comme connecteurs entre une poutre et un poteau de bois



RECOMMANDATIONS

❑ **Connexion aux poteaux :**

- Si un capuchon de poteau est déjà installé, assurez-vous qu'il est fait d'acier de calibre 12 (2,7 mm ou 1/64 po) ou plus d'épaisseur. Le capuchon doit être fixé à chaque face de la poutre et du poteau à l'aide d'au moins quatre clous de 3,8 x 76 mm (3 po - pour plus de détails sur les dimensions des clous, voir le Tableau C-1 de l'Annexe C). Si les connexions diffèrent substantiellement de cette recommandation, consultez un spécialiste en architecture parasismique.

Figure 4C - 44 :
Connecteur métallique entre une poutre et un poteau de bois

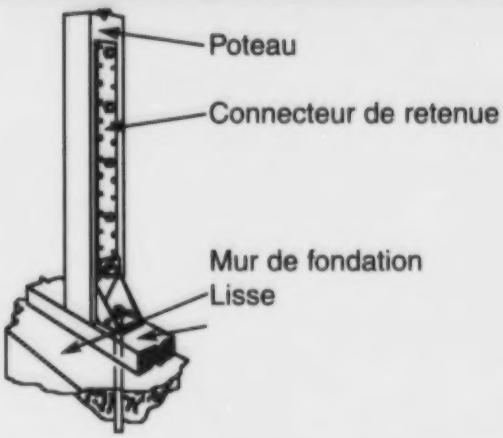
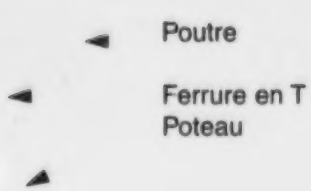
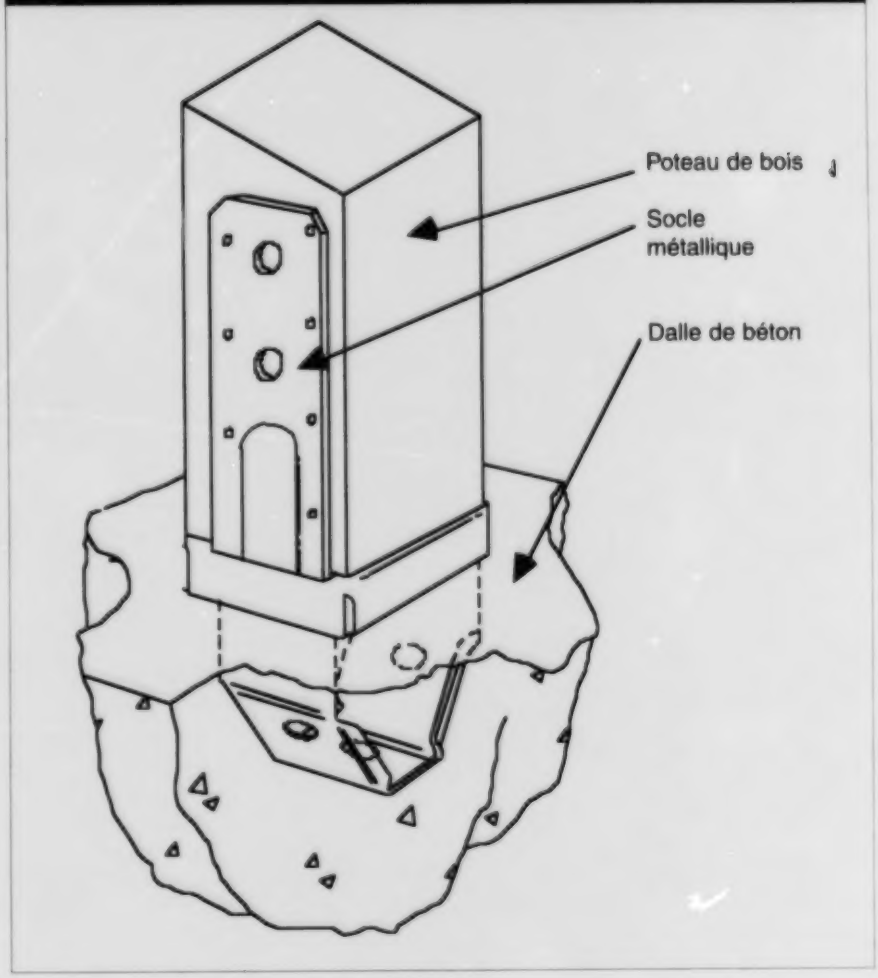


Figure 4C - 45 :
Ferrure en T : Solution de rechange au capuchon de poteau



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER

Figure 4C - 46 :
Méthode de fixation de la base des poteaux à la fondation ou à la charpente du plancher



Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C8.5	❑ **Connexion des solives aux poutres :** Jusqu'au milieu des années 1970, les éléments de l'ossature de bois des maisons n'étaient reliés exclusivement qu'à l'aide de clous. Les cloués utilisés en charpentage ont une résistance horizontale aux efforts de cisaillement oscillant de 35 à 60 kg (80 à 130 lb) chacun.[10] L'extrémité d'une solive typique fixée à une poutre à l'aide de trois clous pourrait céder si elle était soumise à une charge supérieure à 180 kg (400 lb), soit un effort beaucoup inférieur à ceux souvent associés aux séismes. Les étriers d'acier à solives et à poutres sont conçus pour en faciliter l'installation et assurer une solidité bien précise. Un étrier ouvré à solive typique (calibre 18) peut facilement supporter deux fois plus de charges que les clous traditionnels. Par exemple, une poutre composée de trois planches de 38 x 235 mm (2 x 10 po) et dont l'extrémité est clouée à une solive de rive en bois aurait une résistance aux cisaillement de 540 kg (1 200 lb). Un étrier ouvré de faible calibre et cloué à la poutre offrirait une résistance au cisaillement d'au moins 1 400 kg (3 100 lb), soit plus de 2 1/2 fois.[11]

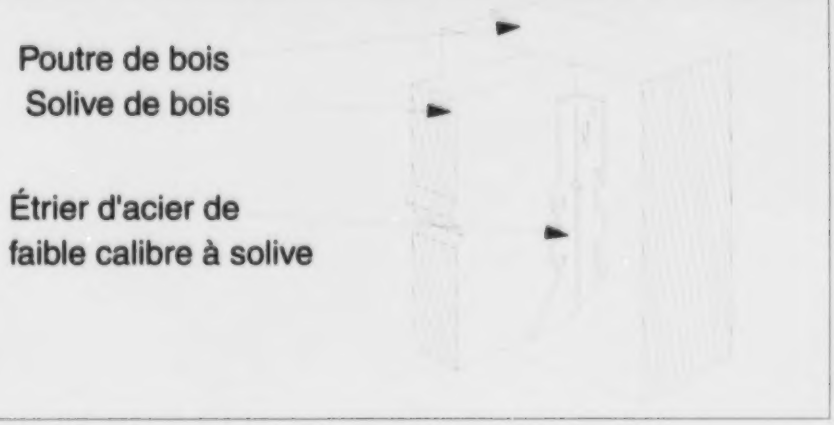
RECOMMANDATIONS

❑ **Connexion des solives aux poutres :**

- Les étriers d'acier à solives et à poutres sont faciles à installer, car il n'est pas nécessaire de déranger les connexions réalisées à l'aide de clous. De plus, ils ont un rendement structural connu et constant. Puisqu'ils sont conçus pour des structures bien précises, il faut prendre soin d'utiliser les bons produits. Pour obtenir le rendement voulu, il faut les choisir et les installer en fonction de facteurs tels que les dimensions et les essences des pièces de bois à assembler, de l'orientation et de l'amplitude des efforts agissant sur les connexions ainsi que du type, du nombre et des dimensions d'étriers nécessaires.

- Lorsque vous ajoutez des étriers, retenez que, en raison de leur épaisseur, vous devrez les encastrer dans les éléments qu'ils assemblent pour empêcher le parement de gondoler.

Figure 4C - 47
Étrier typique d'acier de faible calibre à solive



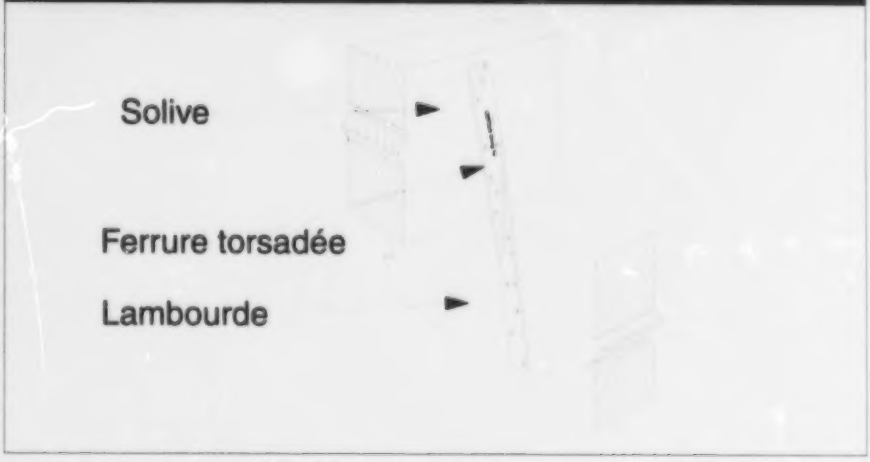
Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C8.6	❑ **Connexion aux lambourdes :** Lorsqu'une lambourde de bois est utilisée pour supporter un diaphragme de plancher ou de toit, elle cède souvent en cas de séisme. Une lambourde est une pièce de bois portante fixée à la fondation ou à la charpente d'un mur porteur. En général, le diaphragme de plancher repose sur la lambourde et y est clouée. La lambourde même peut être fixée à la structure de diverses façons. Les connexions du diaphragme à la lambourde et de la lambourde à la structure cèdent souvent lors de forts séismes.

RECOMMANDATIONS

❑ **Connexion aux lambourdes :**

- Si des solives s'appuient sur des lambourdes, installez des boulons d'ancrage en acier ouvré et des bandes métalliques pour les relier aux murs porteurs. Les connecteurs métalliques empêchent les solives de tomber des lambourdes ou les lambourdes de se détacher de la fondation ou du mur porteur. De plus, ils ajoutent beaucoup de solidité aux murs porteurs et à la fondation par le fait que les solives ainsi rattachées relient les murs ensemble, comme le font les semelles d'une fondation.

Figure 4C - 48
Pose d'une ferrure pour fixer une solive à la lambourde



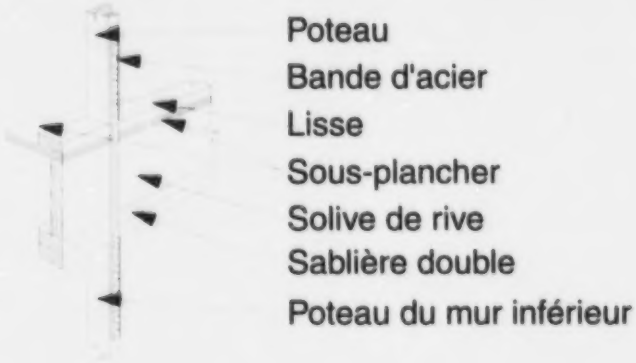
Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
C8.7	❑ **Connexion des diaphragmes de plancher aux murs :** Le désavantage des charpentes à plate-forme, technique utilisée presque universellement dans la construction de maisons depuis les 40 dernières années, c'est que les murs de chaque étage sont construits de manière indépendante de ceux se trouvant au-dessous et ne sont reliés à la charpente sous-jacente qu'à l'aide de clous. Cette technique a souvent comme résultat d'interrompre la voie de transmission des forces sismiques au sol, d'où dommages et défaillances. Les méthodes plus anciennes de charpentage comme les charpentes à claire-voie et les charpentes contreventées, elles, prévoyaient l'érection de poteaux continus sur toute la hauteur du bâtiment. Si ces méthodes de charpentage comportent d'autres désavantages, la technique de charpentage à plate-forme aurait intérêt à intégrer les caractéristiques qui permettent un transfert continu des forces sismiques analogue à ces méthodes. L'utilisation de connecteurs de retenue et de bandes d'acier est la méthode la plus efficace d'obtenir ce transfert. Pour assurer la continuité de la voie de transfert des forces sismiques, les murs contreventés doivent être reliés aux diaphragmes des plancher et à la fondation. Les connecteurs doivent transférer les efforts de soulèvement entre le mur et les diaphragmes des planchers.

RECOMMANDATIONS

❑ **Connexion des diaphragmes de plancher aux murs :**

- Il faut installer des bandes d'acier à intervalles réguliers sur la face extérieure de la charpente. Ces bandes sont clouées à la base des poteaux muraux, traversent le diaphragme du plancher au-dessous sans y être fixées et sont clouées au sommet des poteaux du mur inférieur. Ces bandes doivent couvrir les poteaux d'une longueur au moins égale à l'épaisseur du diaphragme de plancher, lisse et sablière comprises.

Figure 4G - 49 :
Bande d'acier traversant le diaphragme du plancher



- Pour installer un connecteur de retenue, il faut exposer, de l'intérieur ou de l'extérieur, les poteaux au-dessus et au-dessous du diaphragme de plancher. Pour chaque connecteur, il faut percer un trou à la verticale dans la lisse du mur supérieur et dans la sablière double du mur inférieur. Une partie du connecteur est boulonnée au poteau inférieur, une autre au poteau supérieur, et les deux sont reliées par une tige filetée traversant le diaphragme de plancher. Le serrage des écrous de part et d'autre du diaphragme du plancher unit les deux structures murales, leur permettant ainsi de résister aux séismes.

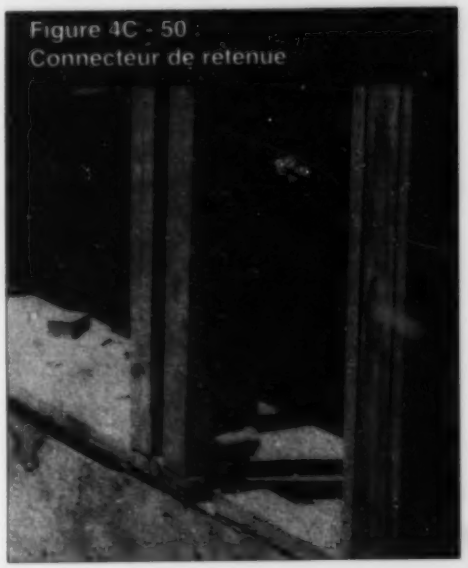


Figure 4C - 50 :
Connecteur de retenue

C8.8 ❑ **Connexion du diaphragme du toit aux murs :**

Une solide connexion doit unir le diaphragme du toit aux murs supportant ce dernier afin de compléter l'unification de la charpente de la maison et d'offrir une voie continue de transfert des forces sismiques. Que le toit soit plat ou incliné, les connexions du toit à la partie supérieure des murs le supportant doivent être renforcées de connecteurs d'acier. Les éléments de tous les types de charpente de toit, comme les fermes modernes et les chevrons ouvrés ou de dimensions courantes, peuvent être reliées à l'aide de connecteurs d'acier ouvrés ou d'attaches pour le toit conçus pour transférer verticalement et horizontalement les efforts.

Les ouvertures dans le diaphragme du toit, comme celles pratiquées pour les cheminées ou les puits de lumière, doivent être renforcées à l'aide d'entretoises et de connecteurs d'acier ouvrés.

Figure 4C - 51 :
Connecteur de retenue reliant les connecteurs des murs inférieur et supérieur

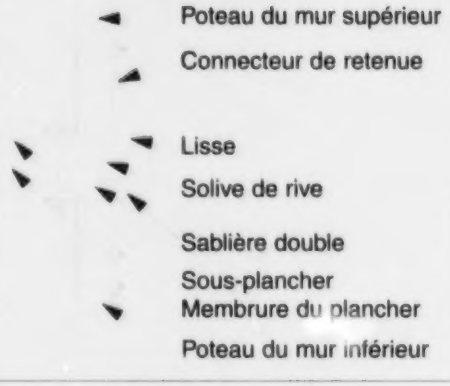
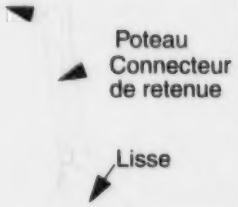
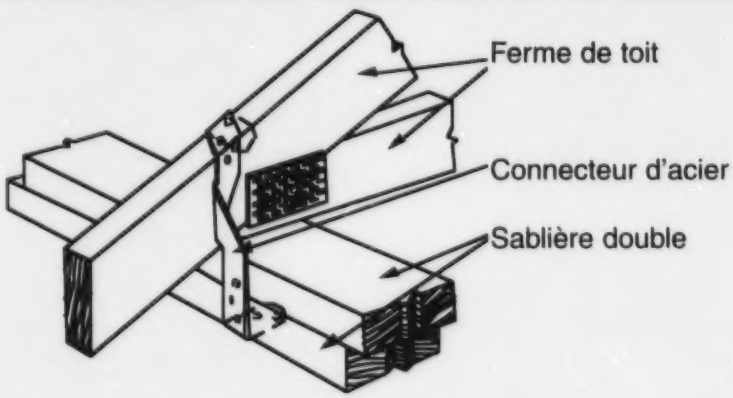


Figure 4C - 52 :
Connecteur de retenue à la base d'un poteau



❑ **Connexion du diaphragme du toit aux murs :**

Figure 4C - 53 :
Connexion de la ferme de toit à la sablière double du mur porteur

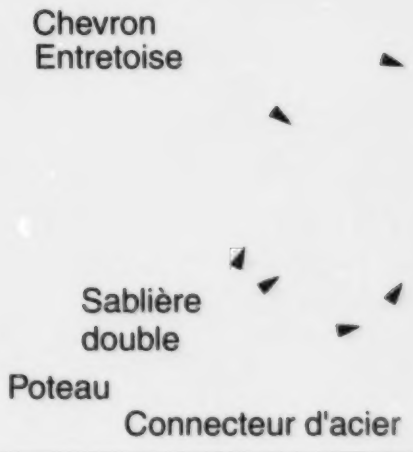


Rubrique	POINTS À VÉRIFIER

RECOMMANDATIONS

- L'ajout d'une entretoise continue entre les chevrons (fermes) et le fait d'unir l'entretoise à la sablière double des murs porteurs renforcera davantage les connexions entre le diaphragme du toit et les murs porteurs. Si l'on ajoute des entretoises continues, il faut prévoir une bonne aération du comble ainsi isolé.[12]

Figure 4C - 54 :
Diaphragme du toit relié à une entretoise continue et à la sablière double du mur porteur



- Les connexions entre le diaphragme du toit et les murs porteurs sont particulièrement importantes lorsque la couverture est lourde ou que les surcharges comme la neige sont lourdes. Fixez à l'aide de connecteurs d'aciers chaque chevron du toit à la sablière double du mur porteur et à l'entretoise continue se trouvant entre le toit et la charpente du plafond. Il est important également que la structure supportant de lourdes charges de toit soit renforcée depuis le toit jusqu'au sol afin qu'elle puisse résister à ces charges en cas de séisme.

[1] Helfant, David Benaroya, *Earthquake Safe: A Hazard Reduction Manual for Homes*, Builders Booksource, 1817 Fourth Street, Berkeley, CA, 1989, p. 20.

[2] Yanev, Peter I., *Peace of Mind in Earthquake Country*, Chronicle Books, 275 Fifth Street, San Francisco, CA, 1991, p. 117.

[3] Helfant, p. 33.

[4] Ibid, p. 39 et Helfant, David Benaroya, *Seismic Bracing, Advanced Framing Techniques, Troubleshooting & Structural Design*, The Journal of Light Construction, RR2 Box 146, Richmond, VT., 1992, p. 70.

[5] Dietz pp. 78 et 79 et L.O. Anderson, *Guide to Improved Framed Walls For Houses*, U.S. Forest Service Paper FPL 31, U.S. Department of Agriculture & Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, 1965.

[6] Hyman, Harris, P.E., Bracing Walls Against Racking, *Advanced Framing Techniques, Troubleshooting & Structural Design*, The Journal of Light Construction, RR2 Box 146, Richmond, VT., 1992, p. 59.

[7] Helfant, *Seismic Bracing*, p. 70.

[8] *Code national du bâtiment du Canada*, Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada, décision 9.23.6.1.

[9] Helfant, *Earthquake Safe*, pp. 18 et 19.

[10] Boaz, Joseph N. (éd.), *Architectural Graphic Standards, Sixth Edition*, Tableau sur les clous communs, John Wiley & Sons, Toronto, 1970, p. 191.

[11] Simpson Strong-Tie Company Inc., *Connectors for Wood Construction*, Simpson Strong Tie Type LUS28 Face Mount Hanger and Beam Hanger, Pleasonton, California, 1995, pp. 16 et 30.

[12] Helfant, *Earthquake Safe*, p. 430.

Figure 4D - 1 :
Le nettoyage du contenu de la maison après un séisme

Section D
ÉVALUATION DU CONTENU

Dans le cadre de l'amélioration parasismique de la maison tout entière, il est tout aussi important de prendre en compte le contenu de la maison. Les dommages causés par le contenu ou au contenu d'une maison peuvent la rendre inutilisable longtemps. Au cours d'un séisme, un fort pourcentage de blessures et de décès est attribuable au déplacement du contenu, même si les dommages à la charpente sont mineurs.

Parmi les éléments du contenu qui mettent en danger la survie des occupants au cours d'un séisme, citons les suivants : les meubles comme les classeurs, les bibliothèques et les tableaux ; la plomberie, les installations mécaniques et électriques ; les plafonds ; les appareils d'éclairage ; les escaliers ; les portes et les appareils ménagers.

Les fabricants de meubles, d'appareils ménagers et d'équipement technique se préoccupent de plus en plus des normes parasismiques. On peut souvent obtenir des conseils en s'adressant tout simplement directement au fabricant ou aux experts-conseils en génie parasismique à la solde du fabricant.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
D1	**MOBILIER**
D1.1	❑ **Meubles hauts :** Les pièces renfermant des meubles hauts comme des bibliothèques, des vaisseliers ou des commodes-coiffeuses élevées présentent des dangers réels en cas de séisme, car ceux-ci peuvent tomber. Puisqu'en général on ne peut pas éliminer les meubles hauts, on peut, en les disposant aux bons endroits ou en les fixant, réduire les dommages qu'ils peuvent causer. Les endroits les moins indiqués pour ces meubles sont ceux où des occupants vont se reposer, par exemple près des lits, des canapés et des fauteuils. Il s'avère prudent de prédire sur quoi ces meubles et leur contenu tomberaient. Vérifiez également si ces meubles obstrueraient les voies d'issue de secours.
D2	**APPAREILS MÉNAGERS**
D2.1	❑ **Appareils de cuisine :** Les réfrigérateurs sont particulièrement inquiétants, car ils sont très lourds, assez hauts et étroits et souvent chargés plus lourdement dans leur partie supérieure (congélateur). Tous ces facteurs contribuent à les faire se renverser ou se déplacer lors d'un séisme. S'ils reposent sur des glissières (pour en faciliter le nettoyage), ils peuvent facilement se déplacer et coincer ou blesser les occupants ou leur bloquer l'issue de secours. Vérifiez également si la cuisine renferme des appareils ménagers au gaz, car leurs raccords ont tendance à se rompre ou à subir des fuites de gaz par suite d'un séisme.
D2.2	❑ **Poêles à bois :** Les poêles à bois autostables sont couramment utilisés dans les maisons comme appareils de chauffage. Les codes d'installation exigent typiquement un dégagement de 400 mm (16 po) ou plus des murs, ce qui explique pourquoi ces poêles ne sont pas fixes et risquent de glisser ou de se renverser.
D2.3	❑ **Climatiseurs :** Les climatiseurs sont des appareils très lourds et encombrants et peuvent causer de graves dommages à l'immeuble et des blessures aux occupants au cours d'un séisme, surtout ceux qui sont installés dans un mur, une fenêtre ou sur le toit.

RECOMMANDATIONS

❑ **Meubles hauts :**

- Vissez le haut et les côtés des meubles hauts à la charpente de la maison à l'aide de bandes ou de petites cornières métalliques.
- Vous pouvez utiliser des connecteurs de plastique autocollants, mais ceux-ci sont moins résistants puisqu'ils relient les meubles à la surface du mur et non à la charpente.
- Autant que possible, modifiez la disposition des meubles afin qu'ils ne se renversent pas sur un lit ou un canapé où pourrait se trouver quelqu'un au moment du déclenchement d'un séisme et qu'ils ne bloquent pas les issues de secours.

❑ **Appareils ménagers :**

- Si possible, fixez les gros appareils ménagers aux surfaces adjacentes ou réduisez les risques qu'ils glissent au cours d'un séisme en les plaçant sur des socles antidérapants.
- Boulonnez au plancher ou au mur tous les appareils au gaz, tels que cuisinières et sécheuses, afin que les raccords à la conduite de gaz ne soient pas endommagés par le déplacement des appareils au cours d'un séisme.
- Lorsque vous ajoutez des fixations, prenez soin de les placer là où elles seront efficaces et de ne pas abîmer les appareils. Reliez les fixations aux appareils et au mur à l'aide de vis et de ruban, par exemple.

❑ **Poêles à bois :**

- Pour réduire les risques d'incendie et de blessures, vous devez boulonner le poêle au plancher et immobiliser les tuyaux de poêle afin de les empêcher de se séparer.
- Boulonnez les tuyaux de poêle à la cheminée.
- Vissez ensemble les tuyaux de poêle adjacents à l'aide de vis pour tôle (utilisez des vis assez courtes pour ne pas percer la paroi interne des tuyaux à double paroi).
- Si rien ne soutient un tuyau de 2,5 m (8 pi) de longueur ou plus, insérez autour du tuyau un coupe-feu comme ceux permettant aux tuyaux de traverser une cloison ou un plafond et reliez par des étais le coupe-feu au mur pour empêcher le tuyau de se déplacer horizontalement.
- Vissez les pattes du poêle à la charpente du bâtiment.
- Il est également important de vous assurer que la fixation parasismique ne transmet pas la chaleur du poêle aux matériaux combustibles de la maison.

❑ **Climatiseurs :**

- L'endroit le plus sûr où installer un climatiseur, c'est à l'extérieur de la maison, boulonné à une dalle de béton au niveau du sol fini.
- Les climatiseurs situés dans l'ouverture d'une fenêtre ou sur le toit doivent être fixés à la charpente de la maison de manière à ce qu'ils résistent bien aux secousses sismiques. Consultez un ingénieur de structure et l'ingénieur du fabricant du climatiseur.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
D3	**ARTICLES ENTREPOSÉS ET EXPOSÉS**
	Les séismes endommagent souvent ces articles, car ces derniers se déplacent et tombent en raison des secousses sismiques. Ces articles peuvent donc non seulement subir des dommages, mais aussi blesser des occupants en tombant. Évidemment, plus un article est lourd, plus les blessures qu'il causera seront graves.
D3.1	❑ **Livres :** La chute de livres au cours d'un séisme se produit souvent, mais quelques méthodes permettent de réduire le risque que cela présente. Les risques sont aggravés si les livres les plus lourds reposent sur les étagères supérieures. La chute de livres peut non seulement blesser les occupants, mais aussi rendre leur évacuation d'urgence difficile et dangereuse, d'où la possibilité d'autres blessures.
D3.2	❑ **Vaisselle et verrerie :** En tombant des armoires de rangement, la vaisselle et la verrerie peuvent casser et peuvent et blesser les occupants.
D3.3	❑ **Articles exposés :** Les œuvres d'art, les tableaux et les objets suspendus aux murs de la maison présentent un risque, surtout s'ils sont lourds, bordés de cadres lourds ou couverts de verre protecteur.
D4	**APPAREILS D'ÉCLAIRAGE ET AUTRES DISPOSITIFS ÉLECTRIQUES**
D4.1	❑ **Appareils d'éclairage :** Selon la magnitude du séisme, les appareils électriques peuvent être endommagés par les secousses sismiques ou les réactions de la charpente. En se détachant de leur support, les appareils électriques peuvent non seulement blesser les occupants, mais encore endommager le filage et déclencher un incendie.

RECOMMANDATIONS

❑ **Livres :**

- Comme première solution, vous pouvez ranger les livres lourds sur les étagères inférieures.
- Comme seconde solution, empêchez les objets sur les étagères de tomber en installant une barre ou un fil en travers. Cette solution s'applique à tous les objets entreposés ou exposés sur des étagères ou le dessus d'un meuble, depuis les objets d'art jusqu'aux conserves.
- De plus, assurez-vous que les étagères mêmes sont solidement fixées à la charpente de la maison.

❑ **Vaisselle et verrerie :**

- La solution la plus facile et la meilleure consiste à installer un verrou qui maintienne les portes fermées au cours des séismes. Retenez que le contenu des armoires poussera contre les portes au cours d'un séisme ; c'est pourquoi les portes doivent être pourvues d'un mécanisme de verrouillage. Cette solution peut être appliquée aux conserves rangées dans des armoires, mais le poids de ces denrées étant supérieur, il faut un verrou plus solide.

❑ **Articles exposés :**

- Les objets lourds accrochés aux murs doivent être fixés à la charpente de la maison, non pas seulement à la surface du mur, à l'aide de crochets filetés pouvant être vissés dans les poteaux.
- Quant aux objets légers, un crochet fixé au mur à l'aide d'un clou suffit à condition d'utiliser un gros crochet et de refermer l'extrémité du crochet sur le fil pour empêcher ce dernier de se dégager en cas de séisme.
- Songez à remplacer le verre protégeant les tableaux par du plexi-verre, qui est plus léger et beaucoup moins cassant que le verre.

❑ **Appareils électriques :**

- Vérifiez l'état du filage électrique pour savoir si l'isolation est craquelée ou si les connexions dans les coffrets électriques sont lâches.
- Autant que possible, agrafez le filage à la charpente de la maison conformément au Code canadien de l'électricité.[1]
- Fixez solidement à la charpente de la maison les ventilateurs de plafond et les plafonniers, y compris les appareils muraux. Installez un câble de sécurité retenant les appareils électriques pouvant présenter un danger en raison de leur poids, de leur emplacement ou des matériaux dont ils sont fabriqués.

Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
D5	**INSTALLATIONS TECHNIQUES ET ÉQUIPEMENT**
D5.1	❑ **Conduits d'eau :** La rupture de conduits d'eau peut causer de graves dommages à l'intérieur de la maison. Heureusement, ce problème n'est pas fréquent, car les conduits d'eau ne se rompent que si d'amples mouvements structuraux se produisent. Vérifiez si des conduits d'eau croisent des zones de mouvement ou de défaillance possible de la charpente.
D5.2	❑ **Conduits de gaz :** Parmi les appareils pouvant être branchés à un conduit de gaz, citons la chaudière, le chauffe-eau, la cuisinière, le foyer, la sécheuse, le barbecue, le chauffe-terrasse et le chauffe-piscine. Si le conduit de gaz d'un appareil se rompt, l'appareil devient inutilisable et une explosion ou un incendie peut se produire. Vérifiez si des conduits de gaz croisent des zones de mouvement ou de défaillance possible de la charpente. Vérifiez également la stabilité de l'appareil branché à un conduit de gaz.
D5.3	❑ **Conduits d'égout :** La rupture de conduits d'égout peut causer de graves dommages à l'intérieur de la maison. Ce problème risque plutôt de se produire dans les vieilles maisons comportant des conduits de fonte que dans les maisons récentes ayant des conduits de plastique rigide. Vérifiez si les conduits sont solidement soutenus par la charpente, surtout là où ils croisent des zones de mouvement ou de défaillance possible de la charpente. Lorsque les conduits souterrains sont exposés, par exemple lors de réparations ou de rénovations, assurez-vous qu'ils ont un bon appui.

RECOMMANDATIONS

- Pour plus de détails sur les services publics entrant dans la propriété, voir le Chapitre 4, Section A, page 48.

❑ **Conduits d'eau :**

- Les conduits d'eau doivent être soutenus par un support à tous les 1,2 m (4 pi).

  Le support doit est assuré comme suit :
  - Trous dans les éléments de la charpente, tels que solives ou poteaux, par lesquels passent les conduits (cette méthode n'est pas recommandée bien qu'elle existe) ;
  - Agrafe ou bande entourant les conduits et fixée à un élément de la charpente, tel qu'une solive ou un poteau, ou dispositif de retenue analogue.

- Les codes d'installation en vigueur (qui varient d'une municipalité à l'autre) définissent ce qu'est un support acceptable. Toutefois, les installations moins récentes peuvent ne pas respecter les normes en vigueur. Vérifiez quels sont les supports parasismiques recommandés auprès des autorités municipales ou des entreprises de service public.

❑ **Conduits de gaz :**

- Puisque les conduits de gaz sont fixés à la charpente de la maison et que les appareils qu'ils desservent ne le sont pas, les appareils et les conduits bougent de manière indépendante au cours d'un séisme. Pour atténuer le risque d'une rupture, posez un raccord souple entre l'appareil et l'endroit où le conduit de gaz est fixé à la charpente de la maison.[2]

- Les conduits de gaz doivent être soutenus par un support à tous les 1,2 m (4 pi). Pour déterminer ce qu'est un support acceptable, reportez-vous aux commentaires ci-dessus au sujet des conduits d'eau.

❑ **Conduits d'égout :**

- Les conduits d'égout doivent être soutenus par un support à tous les 1,2 m (4 pi) à l'aide d'une méthode permettant un léger mouvement indépendant de la structure de la maison. Pour déterminer ce qu'est un support acceptable, reportez-vous aux commentaires ci-dessus au sujet des conduits d'eau.

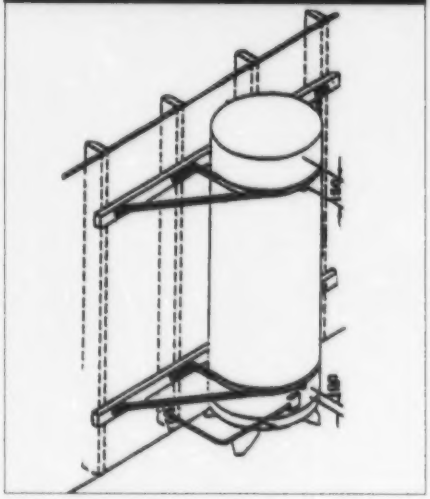
Rubrique	POINTS À VÉRIFIER
D5.4	❑ **Réservoirs d'eau :** Puisqu'ils sont lourds, ont une forme élancée assez instable et sont habituellement autostables, les réservoirs d'eau sont très vulnérables en cas de séisme. Si le conduit de gaz d'un chauffe-eau se rompt, l'appareil devient inutilisable et une explosion ou un incendie peut se produire.
D5.5	❑ **Chaudières :** Les règles de fixation parasismique des chaudières sont généralement très semblables à celles touchant les chauffe-eau.
D6	**FINITION INTÉRIEURE**
D6.1	❑ **Plâtre :** Les lourds parements de plâtre qu'on trouve souvent dans les vieilles maisons présentent un danger considérable pour les occupants. Par exemple, les plafonds de plâtre peuvent peser jusqu'à 40 kg/m² (8 lb/pi²). Dans une pièce faisant 5 x 5 m (16 x 16 pi), le plafond pèserait plus de 900 kg (2 000 lb). Par contre, le plâtre de bonne qualité est étonnamment solide et ne s'effondrera qu'en cas de graves charges sismiques. Dans les vieilles maisons, le plâtre des plafonds des locaux techniques et des chambres à coucher à l'étage supérieur est souvent de moindre qualité en raison des dommages causés par l'infiltration d'eau par le toit ou une mauvaise exécution, d'où un plus grand risque.
D6.2	❑ **Cloisons sèches :** Les cloisons sèches, également appelées panneaux de gypse ou *sheetrock*, sont utilisées pour les murs et plafonds depuis les années 1950 comme solution de rechange au plâtre. Si la charpente de la maison est contreventée horizontalement, les dommages aux cloisons sèches sont habituellement minimes. Dans une maison à plusieurs étages dont les murs ne sont pas contreventés pour résister aux séismes, les dommages aux cloisons sèches varient entre la fissuration des joints et l'écaillement des panneaux aux endroits soumis à d'importants efforts.
D6.3	❑ **Maçonnerie :** Les murs décoratifs et les foyers en maçonnerie sont très sujets aux dommages causés par les séismes. En raison du poids des matériaux, la défaillance d'un mur intérieur de maçonnerie peut causer de graves dommages et blessures ou rendre difficile, voire dangereuse, l'évacuation d'urgence.

RECOMMANDATIONS

❑ **Réservoirs d'eau :**

- On peut facilement atténuer les risques en fixant le réservoir au plancher à l'aide de boulons (certains modèles sont pourvus de trous à cette fin) ou en l'attachant à un mur adjacent.

Figure 4D - 2 :
Fixation d'un réservoir d'eau



❑ **Chaudières :**

- On peut facilement atténuer les risques en fixant les appareils à la charpente du bâtiment et en utilisant des conduits de branchement souples.
- À titre d'indication pour ce type d'appareil, voir à l'Annexe C l'explication détaillée des méthodes de fixation des réservoirs d'eau.

❑ **Plâtre :**

- On peut réduire le risque d'un effondrement du plâtre en s'assurant que ce dernier est en bon état. Vérifiez si le plâtre renferme de longues fissures ou est affaibli par des infiltrations d'eau.[3]
- Réparez ou remplacez le plâtre endommagé, surtout s'il se trouve au plafond. Le remplacement du plâtre réduit les risques et comporte généralement l'avantage additionnel de réduire la charge du parement de plâtre.
- Si on applique une épaisse couche de plâtre de bonne qualité à un treillis, le parement est plus rigide et peut mieux résister aux secousses sismiques.

❑ **Cloisons sèches :**

- Inspectez la charpente des cloisons pour déterminer le degré de contreventement horizontal. Si possible, améliorez le contreventement horizontal afin de réduire au minimum les dommages que peuvent causer les secousses sismiques aux cloisons sèches.
- Réparez ou remplacez les cloisons sèches endommagées, en particulier s'il s'agit d'un plafond.

❑ **Maçonnerie :**

- Si des éléments de maçonnerie sont érigés à l'intérieur de la maison, ne serait-ce qu'à titre décoratif, il faut consulter les méthodes de fixation de la maçonnerie à la charpente traitées au Chapitre 4, Section B, page 71.

Rubrique

POINTS À VÉRIFIER

D7	FENÊTRES ET VERRE
	L'effondrement des fenêtres présente un danger si de larges ouvertures ont été pratiquées dans la charpente du bâtiment pour les y installer (effet d'étage mou). Les éclats de verre des fenêtres panoramiques, des portes coulissantes vitrées, des fenêtres en saillie, des rideaux de verre et des briques de verre risquent fort de causer de graves blessures, et le remplacement de ces éléments endommagés par des séismes est très onéreux. La plupart des dommages causés par les séismes à la charpente et, par conséquent, aux parements et aux éléments de verre, se produisent autour des fenêtres. Les grandes parties vitrées constituent des points faibles dans la charpente de la maison. La concentration des efforts aux coins des fenêtres fait souvent voler le verre en éclats.

RECOMMANDATIONS

- Pour de plus amples renseignements sur l'effet d'étage mou, voir le Chapitre 4, Section B, page 80.

- En remplaçant les vitres par du verre sandwich ou trempé ou en leur ajoutant un film de plastique, on réduit le risque que de larges sections de verre coupant volent de tout côté. Améliorez les endroits cruciaux, c'est-à-dire les endroits près des lits, les salles de lecture, les voies d'issue de secours comme les corridors, les paliers d'escalier et les entrées. Un certain pourcentage de bris de verre est néanmoins inévitable au cours de forts séismes.

- L'application d'un film de plastique comporte plusieurs avantages additionnels. On peut l'utiliser pour tamiser la lumière du soleil, réduire les pertes de chaleur par le verre et accroître la protection contre le vol. Les films solaires n'offrent qu'une protection minimale, une seule couche les composant.

- Autour des fenêtres, prévoyez un système de contreventement conçu par un spécialiste et faisant partie de la charpente. Le contreventement autour des fenêtres réachemine les forces sismiques autour des ouvertures et réduit les risques de bris de verre.

1 Association canadienne de normalisation, *Code canadien de l'électricité*, CSA - C22.1 - 1994.

2 California Governor's Office of Emergency Services and Federal Emergency Management Agency, *A Guide to Repairing and Strengthening Your Home Before the Next Earthquake*, February 1994, p. 31.

3 Yanev, Peter I., *Peace of Mind in Earthquake Country*, Chronicle Books, 275 Fifth Street, San Francisco, CA, 1991, pp. 155 et 156.

5. DÉTERMINATION DE LA FAÇON D'AMÉLIORER LA RÉSISTANCE AUX SÉISMES

Le présent chapitre explique les stratégies de conception et de construction permettant d'améliorer la résistance des maisons et fournit une évaluation pondérée des occasions d'amélioration parasismique que présentent divers travaux de rénovation.

INTRODUCTION

La décision d'améliorer la résistance sismique d'un bâtiment n'a rien de facile. L'amélioration parasismique est onéreuse, demande du temps et dérange les occupants de la maison. Elle augmente les coûts d'immobilisation, ce qui se répercute sur le calcul du loyer ou du prêt hypothécaire. Elle peut présenter des défis en matière d'architecture, de génie et de logistique et compromettre l'intégrité historique ou architecturale de la maison.

Qui plus est, les avantages sont facilement écartés du revers de la main. Tous les coûts et la peine sont immédiats, alors que le spectre d'un séisme est presque une abstraction, un événement qui paraît lointain, très lointain dans le futur. S'ils savent que des séismes se produiront tôt ou tard, les gens croient qu'ils n'en subiront pas les conséquences.

Ces facteurs se conjuguent pour compliquer les décisions financières relatives au degré d'amélioration parasismique. Personne ne sait où, quand et avec quelle force les séismes sévironi. Le sort semble favoriser les propriétaires présumant qu'aucun séisme ne se produira durant la période de leur occupation.

Néanmoins, après un séisme, presque chaque occupant ou propriétaire de maison regrette de ne pas en avoir fait davantage et se félicite de toute amélioration parasismique exécutée auparavant.[1]

Le processus d'utilisation des listes de vérification du chapitre précédent en vue d'analyser une maison et son environnement comportait les étapes suivantes :

- évaluation de la propriété ;
- évaluation de l'état de l'extérieur et de la conception de la maison quant à la qualité de la construction, à la pertinence de sa conception et aux dangers qu'elle renferme ;
- évaluation des fondations ;
- évaluation des connexions entre la fondation et l'ossature de bois qu'elle supporte ;
- évaluation des éléments porteurs ;
- évaluation des diaphragmes (de plancher et de toit) ;
- évaluation des connexions structurales entre le plus grand nombre possible d'éléments structuraux ;
- évaluation des parements intérieurs, du contenu et du mobilier.

La prochaine étape de l'amélioration parasismique consiste à préciser ce que l'on fera et comment et quand on procédera.

LA DÉCISION DE RÉNOVER

Aucune loi ni clause d'assurance n'oblige un propriétaire ou un occupant de rénover sa maison pour qu'elle résiste aux séismes. Les seuls travaux de rénovations régis par une loi, et ce dans certains secteurs de compétence seulement, touchent de grandes annexes ou des travaux de rénovation de grande envergure.

Pour les travaux de rénovation de grande envergure qui ne visent pas l'amélioration parasismique, certains codes de bâtiment prévoient divers degrés de normes générales d'amélioration, selon la valeur proportionnelle des travaux de rénovation. Autrement dit, si une grande annexe, comme celle qui doublerait la superficie de la maison, obligerait probablement le propriétaire à rendre toute sa maison conforme aux normes en vigueur en ce qui concerne les extincteurs automatiques, les issues, etc., le simple ajout d'une porte arrière ne l'obligerait pas à faire d'autres travaux ailleurs dans la maison.

Ironiquement, puisque les codes canadiens du bâtiment comportent peu ou pas de normes régissant la résistance sismique des maisons, la grande annexe susmentionnée pourrait fort probablement être construite sans qu'il soit nécessaire de visser un seul écrou de boulon d'ancrage ni même d'ajouter un de ces boulons.

Il est à souhaiter que l'occupant d'une maison qui présente un niveau de risque 3, Perte de vie possible, inscrira en tête de la liste des priorités de la famille les améliorations parasismiques de la maison. En fait, puisque la plupart des propriétaires de maison nord-américains ayant traversé un fort séisme estiment qu'ils n'y étaient pas préparés, y

Tableau 5 - 1 : Occasions d'amélioration parasismique

Rénovations ajoutant de la valeur à la maison[2]	Occasions possibles d'amélioration parasismique	Niveau de risque régié		
		1	2	3
Rénovations dans la cuisine	Contreventement des murs de cuisine		■	
	Amélioration des diaphragmes de plancher		■	
	Ajout de verrous aux tiroirs et aux portes d'armoire	■		
	Raccords souples pour les appareils au gaz		■	
	Renforcement des cadres de fenêtres	■		
	Connecteurs de retenue entre les étages		■	
Rénovations dans la salle de bains	Toutes celles de la cuisine, sauf celle pour les appareils au gaz			
	Si la salle est à l'étage supérieur, connecteurs de retenue entre la charpente du toit (ou du comble) et les murs porteurs		■	
Décoration et peinture intérieure	Fixation des meubles et du contenu, en particulier les étagères, les bibliothèques, etc.	■		
	Certains matériaux de parement permettent le contreventement des murs		■	
Ajout d'une salle familiale à l'étage principal	Occasion de créer une salle sans dangers		■	
	Amélioration des diaphragmes de plancher		■	
	Ajout de murs contreventés à la salle familiale		■	
	Connecteurs de retenue entre les étages		■	
Finition du sous-sol	Construction de murs contreventés		■	
	Amélioration ou ajout de boulons d'ancrage		■	
	Réparation de la lisse et connexion entre la lisse et l'ossature de bois		■	
	Amélioration de la fondation		■	
	Fixation de la chaudière, du chauffe-eau, du réservoir de mazout, etc.		■	
Système de chauffage neuf ou converti	Fixation de la chaudière, du chauffe-eau, du réservoir de mazout, etc.		■	
Nouvelles portes et fenêtres	Solution des problèmes d'étage mou	■		
	Films de plastique pour réduire le bris de verre		■	
Réfection du parement extérieur	Accès à la charpente sous le revêtement permettant le contreventement des murs, l'ajout de connecteurs de retenue et d'attaches, etc.		■	
	Choix d'un parement qui améliore la résistance sismique			■
	Solution des problèmes de cheminée			■
Climatisation centrale	Fixation de la chaudière, du chauffe-eau, du réservoir de mazout, etc.		■	
	Accès à divers assemblages des murs et des planchers permettant de vérifier la résistance sismique		■	
Amélioration de l'efficacité énergétique de la maison	Films de plastique contrôlant le soleil et atténuant les dangers que présente le bris de verre	■		
	Fixation de la chaudière, du chauffe-eau, du réservoir de mazout, etc.		■	
	Accès à divers assemblages des murs et des planchers permettant de vérifier la résistance sismique		■	
Rénovations dans le grenier	Protection du toit et des étages inférieurs contre l'effondrement de la cheminée			■
	Réparation, renforcement ou remplacement de la cheminée			■
	Connecteurs de retenue entre le diaphragme du toit et les murs porteurs		■	
	Contreventement des chevrons de toit		■	
	Contreventement des murs de pignon		■	

compris ceux qui avaient pris de nombreuses mesures de prévention des sinistres, il vaut mieux réaliser ces rénovations le plus tôt possible.

Amélioration parasismique conjointe à d'autres travaux de rénovation

Au tableau 5 - 1 se trouvent quelques-uns des projets de rénovation intérieure et extérieure les plus courants entrepris par les occupants et les propriétaires de maison canadiens et les occasions d'amélioration parasismique que présentent ces projets.

Coût de l'amélioration parasismique

L'établissement des coûts de rénovation résidentielle est rarement identique à celui des coûts de construction de nouvelles habitations. Les inconvénients que peuvent occasionner les travaux de rénovation à la vie familiale, l'établissement de calendriers d'exécution compte tenu de la poursuite de la vie familiale, l'impossibilité de savoir ce qui se cache derrière un mur ou sous un plancher, l'obligation de travailler dans des lieux exigus et la nécessité de garder le chantier plus propre que s'il s'agissait d'une nouvelle construction sont autant de facteurs qui compliquent l'établissement des coûts.

Ces facteurs donnent souvent lieu à des devis très différents d'un entrepreneur à l'autre, selon les travaux qu'ils ont exécutés dans des maisons existantes.

Tableau 5 - 2 :
Coût unitaire des articles d'une construction traditionnelle et d'une construction parasismique

Construction traditionnelle		Construction parasismique[3]	
Article	**Coût incluant la pose***	**Article**	**Coût incluant la pose**
Boulons d'ancrage de 170 mm espacés de 2,4 m de c. à c.	1,25 $ par mètre linéaire de mur (0,40 $ par pied linéaire)	Boulons d'ancrage de 250 mm espacés de 1,2 m (4 pi) de c. à c. Boulons d'ancrage de 430 mm (17 po) espacés de 1,2 m (4 pi) de c. à c. pour les nouvelles constructions	3 $ par mètre linéaire de mur (0,90 $ par pied linéaire) 6 $ par mètre linéaire de mur (1,80 $ par pied linéaire)
Connecteurs de retenue	Non requises dans la pratique courante	Pour chaque coin, trois connecteurs de retenue d'une résistance au soulèvement de 1 500 kg (3 300 lb) chacune	130 $ par coin
Socle de poteau de bois	6 $ par poteau	Socle réglable de poteau de bois d'une résistance au soulèvement de 1 000 kg	15 $ par poteau
Connecteurs métalliques pour poteaux de 150 x 150 mm (6 po x 6 po) et poutre de 89 mm x n'importe quelle dimension (4 po x ...)	10 $ chacun	Connecteurs métalliques pour poteaux de 150 x 150 mm (6 po x 6 po) et poutre de 89 mm x n'importe quelle dimension (4 po x ...) d'une résistance au soulèvement de 1 365 kg (3 005 lb) chacun	75 $ chacun
Solives clouées à la lisse	Pratique courante	Cornières métalliques entre la lisse et les solives de plancher	2 $ par mètre linéaire de lisse (0,60 $ par pied linéaire)
Chevrons cloués à la sablière	Pratique courante	Cornières métalliques entre la sablière et les solives de toit ou les chevrons	2 $ par mètre linéaire de sablière (0,60 $ par pied linéaire)
Revêtement de contreplaqué de 9,5 mm (3/8 po) cloué à tous les 150 mm (6 po) de c. à c. au périmètre des panneaux et à tous les 300 mm (12 po) à l'intérieur	25 $ le panneau de 1,2 x 2,4 m (4 po x 8 po) (40 clous par panneau) clouage à l'aide d'un pistolet pneumatique	Revêtement de contreplaqué de 12,7 mm (1/2 po) cloué à tous les 75 mm (3 po) de c. à c. au périmètre des panneaux et à tous les 100 mm (4 po) à l'intérieur (90 clous par panneau) clouage à l'aide d'un pistolet pneumatique	30 $ le panneau de 1,2 x 2,4 m (4 po x 8 po) (90 clous par panneau) clouage à l'aide d'un pistolet pneumatique
Connecteurs entre les étages autres que celui reposant sur la fondation	Non requis dans la pratique courante	Pour chaque coin, trois connecteurs entre les étages d'une résistance au soulèvement de 1 500 kg (3 300 lb) chacun	250 $ par mur autre que celui reposant sur la fondation
		Film de plastique appliqué sur les vitres	40 à 50 $ le mètre carré (4 à 5 $ le pied carré)
		Fixation du chauffe-eau au plancher	75 $[4]

* Au Canada, le coût réel peut osciller entre 93 % et 117 % du prix indiqué selon la région où sont exécutés les travaux.

Malgré ces inconvénients, on peut trouver des documents dignes de foi précisant les coûts des travaux de rénovation résidentielle. L'Annexe A cite quelques-uns de ces documents.

Puisque chaque maison est unique et que les détails des travaux de rénovation fluctuent considérablement, la meilleure façon d'évaluer les coûts attribuables à l'amélioration parasismique consiste à établir les coûts des matériaux et des méthodes s'ajoutant à la construction traditionnelle. Le tableau 5 -2 indique les coûts unitaires des diverses activités de deux types de construction : un traditionnel, et l'autre parasismique. En multipliant par le nombre d'unités la différence entre le coût unitaire pour le type parasismique et le coût unitaire pour le type traditionnel, vous obtiendrez une évaluation raisonnable des coûts de rénovation.

Élaboration d'un plan directeur

Bon nombre de projets de construction de multiples maisons procèdent par plusieurs étapes s'étendant sur plusieurs années. Les maisons sont prêtes à être vendues au terme de chaque étape.

De même, bon nombre de propriétaires se rendent compte que leur maison doit franchir plusieurs étapes de rénovation, de reconstruction et d'agrandissement au cours de leur durée utile. Chaque étape est une occasion d'améliorer le cadre de vie.

Le plan directeur de rénovation d'une maison est rarement un processus linéaire. Ce processus renferme plutôt des cycles d'analyse, de découverte, de synthèse et de création menant graduellement à une vision plus cohérente des améliorations successives. Qu'il s'agisse de réorganiser, de redécorer ou d'agrandir un espace habitable, ce qui permet de redéfinir les fonctions d'une maison, le plan directeur est un processus d'améliorations progressives permettant d'atteindre des objectifs globaux.

L'amélioration parasismique peut être envisagée sous ce même angle. Si chaque rénovation comprend un volet pertinent d'amélioration parasismique, la maison deviendra progressivement à la fois une maison résistante aux séismes et un foyer au goût de ses occupants.

Élaboration d'un plan directeur d'amélioration parasismique

Un différence essentielle distingue le plan directeur de rénovation des impératifs de l'amélioration parasismique. Cette différence, expliquée au Chapitre 4, c'est le risque de la perte de vie, de la perte d'abri ou d'une perte massive de contenu attribuable à l'état de la maison, de son contenu et de l'ensemble de la propriété en cas de séisme.

La plupart des travaux de rénovation domiciliaire sont motivés par des facteurs humains, comme l'évolution de la famille, le vieillissement de la maison et les modes. L'urgence de l'amélioration parasismique est motivée par la prise de conscience que certaines mesures d'amélioration ne seront efficaces que si l'on porte attention à certains éléments de base. Si chaque maison est unique (d'où la raison d'être des listes de vérification), les études menées à ce sujet montrent qu'un petit nombre de mesures d'amélioration ont de grandes répercussions sur la résistance générale d'une maison aux séismes. Pour la plupart des maisons, les mesures essentielles à prendre comprennent notamment :

- La fixation de la charpente à la fondation à l'aide de boulons d'ancrage ;
- Le contreventement des murets (vides sanitaires ou sous-sol) ;
- L'enlèvement, le renforcement ou la modification des cheminées de maçonnerie.

On attribue à l'absence de ces mesures essentielles la plupart des graves dommages causés aux maisons, des blessures et des décès survenus lors de séismes comme ceux de San Francisco (Loma Prieta), de Los Angeles (Northridge) et de Kobe au Japon.

Après avoir pris ces mesures essentielles, il faut s'occuper d'un deuxième ensemble de mesures, dont la mise en œuvre améliore davantage la

sécurité d'une maison et son habitabilité à la suite d'un séisme et réduit davantage les trois niveaux de risque susmentionnés. Cependant, ce deuxième ensemble de mesures ne s'avérera efficace que si les mesures essentielles ont d'abord été prises. Pour la plupart des maisons, le deuxième ensemble de mesures comprend notamment :

- Le contreventement des murs, des planchers, du toit du premier étage et des étages supérieurs et le contreventement de leurs ouvertures ;
- L'ajout d'étais aux éléments annexés, tels que les abris à voitures et les vérandas ;
- La fixation des réservoirs d'eau et des chaudières et l'amélioration de leur branchement aux services.

L'Annexe H, Listes de vérification, renferme des formules, qui résument les lacunes auxquelles sont associées un niveau de risque, et un espace pour indiquer les plans d'amélioration. L'Annexe I renferme une formule de plan directeur d'amélioration parasismique. Pour avoir un exemple d'utilisation de ces formules, reportez-vous à l'étude de cas de l'Annexe F.

Les données du *Guide* ne visent pas la production d'un plan directeur pour la création à long terme d'un cadre de vie unifamilial. Toutefois, il peut s'avérer utile d'ordonner les étapes menant à ce plan directeur tout en étoffant les divers composants du plan pour obtenir un maximum de résistance sismique avec un minimum de temps et d'argent.

1 California Office of Emergency Services, Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project, Fall 1992, Seismic Retrofit Incentive Programs, p. 17.

2 Communication privée avec M. T. Marshall, SCHL, janvier 1996, d'après les renseignements fournis par la Appraisers Institute of Ontario.

3 Les coûts d'une construction traditionnelle sont tirés de R.S. Means Company Inc., *Residential Detailed Costs 1996 - Contractor's Pricing Guide*, Kingston, Massachussetts. Les coûts d'une construction parasismique sont tirés de la même source, sauf ceux touchant de la quincaillerie spécifique, lesquels proviennent de Simpson Strong-Tie Company Inc., *Revised Canada Price Book for Catalog C-95H-1, 1995*.

4 Conformément à la suggestion de Jay Lewis, TerraFirm.

6. CONCLUSIONS
La maison parasismique

Le présent chapitre expose les conclusions sur les mesures d'amélioration parasismique que doivent prendre chaque groupe possible de lecteurs. Il présente des recommandations sommaires sur les mesures que les lecteurs peuvent entreprendre sans tarder pour s'engager à améliorer les aspects sur lesquels ils exercent une maîtrise ou une influence.

« On compte deux scénarios sismiques dans le sud-ouest de la Colombie-Britannique. Le premier est assez modéré... pour ne pas dire très grave. Des ponts importants s'effondreraient. Il n'y aurait plus d'électricité, et les conduits d'eau et de gaz se rompraient. Des incendies dévastateurs éclateraient. Le sol se liquéfierait et les digues céderaient, inondant jusqu'à 250 000 foyers dans la vallée du Fraser. Environ 200 personnes rendraient l'âme, et les conséquence financières s'élèveraient à 32 milliards de dollars. »

« Si ce scénario effraie, le deuxième serait pire... et donnerait lieu à une catastrophe sans précédents en Amérique du Nord. Certains villages disparaîtraient littéralement. De vieux quartiers des centre-ville de Victoria et de Vancouver, de vieux ponts et des bâtiments de maçonnerie non armée ici et là dans un diamètre de 150 kilomètres de l'épicentre s'effondreraient. »

« Un beau jour — personne ne sait exactement où et quand — les forces souterraines se déchaîneront... la terre du sud-ouest de la Colombie-Britannique se disloquera, sera ébranlée... Des centaines, voire des milliers, de personnes mourront. »

« Nous sommes aux prises avec un très grave problème. Les séismes de la Californie et de Kobe ne sont peut-être rien comparativement à ce qui pourrait survenir ici. »[1]

CRÉATION D'UNE MAISON PARASISMIQUE

Si vous suivez les recommandations que renferme le *Guide*, votre maison ne risque pas de s'effondrer ou de subir de graves dommages en cas de séisme. Dans le processus de construction et de rénovation dont la conciliation des aspects est souvent complexe, chaque participant aux étapes de conception, d'approbation et d'exécution a un rôle à jouer pour produire une maison résistante aux séismes ou, comme nous préférons le dire, d'une maison parasismique.

MESURES À PRENDRE PAR LES ARCHITECTES

À mesure que les propriétaires, les prêteurs, les assureurs et les fonctionnaires municipaux seront sensibilisés aux questions de l'architecture parasismique, deux événements se produiront dans le marché de la conception de maisons :

1. Un créneau de marché profitant aux concepteurs prêts à prodiguer des conseils sur l'amélioration sismique, à intégrer l'amélioration parasismique à des travaux de rénovation et à dessiner des plans de maisons parasismiques se développera ;

2. Les concepteurs se perfectionneront afin de pouvoir tirer parti d'un volet de plus en plus imposant du secteur de la conception et de la construction. C'est le moment choisi pour mettre en œuvre une architecture parasismique.

En ce qui touche l'exercice professionnel de la conception, celui où l'on retient les services d'un concepteur à l'étape de la construction, rien ne peut remplacer l'examen du terrain en temps opportun. Cet examen doit comprendre tous les points mentionnés dans le *Guide*. Comme il le fait pour la plupart des travaux de rénovation, le concepteur doit se tenir disposé à évaluer les problèmes surgissant sur place et à recommander des travaux parasismiques additionnels, car les points non traités par le *Guide* varient selon les hypothèses de calcul.

MESURES À PRENDRE PAR LES URBANISTES

Quantité de maisons, et en particulier de vieilles maisons dans des quartiers résidentiels établis, ne répondent pas aux normes de zonage actuelles. L'insuffisance de la marge de recul est probablement l'infraction la plus répandue. La mise en œuvre de certaines recommandations du *Guide* est parfois impossible sans légers empiétements sur la marge de recul, comme la construction de petits contreforts pour soutenir les fondations existantes ou les murs au-dessus et la pose d'un fond de clouage et de bandes de recouvrement. Ces légers empiétements doivent être autorisés, soit par les règlements de zonage ou par l'établissement d'un processus qui incite les occupants et les propriétaires à améliorer la résistance sismique de leur maison.

Bon nombre de municipalités comptent parmi leur personnel des employés qui ont les compétences voulues pour modifier les règlements. Celles qui n'en comptent pas pourraient retenir les services d'experts-conseils ou s'en remettre à un spécialiste en conception pour attester la pertinence des modifications proposées.

En revanche, de nombreuses clauses de règlements de zonage empêchent l'architecture parasismique dans les travaux de rénovation ou de construction de nouvelles maisons. Ces clauses peuvent notamment :

- interdire le recouvrement des porches (en présumant qu'ils sont assez robustes), éliminant ainsi un moyen de créer une voie d'issue de secours sûre en cas de chute d'un arbre ou de la cheminée d'un voisin ;
- interdire certains éléments annexés tels que les passages couverts, les treillages et d'autres structures de jardin analogues, éliminant ainsi la possibilité d'utiliser ces éléments comme moyens additionnels de contreventement ;
- limiter les méthodes de calcul de la surface habitable, empêchant ainsi la construction de murs plus épais, qui pourraient être plus résistants aux séismes ;
- obliger la construction d'immeubles asymétriques, de façades compliquées, etc., qui

risquent d'être davantage endommagés par les séismes que les structures plus simples.

Les règlements de zonage devraient être révisés pour détecter les points qui empêchent l'amélioration parasismique et nuisent à l'architecture parasismique.

Il faudrait plus particulièrement se pencher sur les règlements régissant les travaux de rénovation. Les municipalités qui décideraient de ne pas confier à leur personnel la révision des règlements pourraient retenir les services d'experts-conseils ou s'en remettre à un spécialiste en conception pour attester la pertinence des modifications proposées.

MESURES À PRENDRE PAR LES DIRECTEURS DÉPARTEMENTAUX DE LA CONSTRUCTION

En tant que document technique, le *Guide* expose plusieurs domaines pour lesquels les directeurs départementaux de la construction peuvent prendre des mesures.

Il a cerné des éléments parasismiques que les codes pourraient traiter plus à fond. Pour la plupart des maisons construites conformément à la Partie 9 du Code national du bâtiment du Canada (adopté par les provinces et territoires), aucune attestation par des architectes ou des ingénieurs de structure n'est exigée, ni à l'étape de la conception ni à celle de la construction. Il faudrait qu'on exige de telles attestations dans les régions sujettes aux séismes ou que le Code même soit révisé.

Parmi les articles de la Partie 9 du Code national du bâtiment du Canada 1995 qui devraient être révisés, citons les suivants :

- 9.3 - Prévoir des niveaux supérieurs de résistance à la pression pour les éléments de béton, exiger que la plupart des éléments de béton, voire tous, soient armés dans les régions sujettes aux séismes et revoir les dimensions minimales du bois d'œuvre visant des usages spécifiques ;
- 9.4 - Préciser (rendre plus stricte) la permission de construire conformément à la Partie 9 au lieu de la Partie 4 ; ajouter des notes à l'Annexe A touchant les méthodes de détermination de la portance et de la pertinence parasismique générale ; préciser les mesures architecturales d'atténuation des effets du niveau phréatique, du mouvement du sol, des murs de soutènement et des murs supportant de la terre drainée ;
- 9.9 - Ajouter des dispositions facilitant ou rendant obligatoire l'évacuation sûre, c'est-à-dire la protection des issues de secours contre l'effondrement des structures adjacentes, d'arbres ou de poteaux de services publics ; rendre obligatoire la pose de chaînes de sécurité aux appareils d'éclairage des issues de secours (à tout le moins) ;
- 9.10 - Réduire à moins de 1,2 m les distances limitatives d'un élément structural combustible parasismique dans les travaux de rénovation de bâtiments existants sans qu'il soit nécessaire d'installer des extincteurs automatiques, des dispositifs d'obturation, des briques de verre ou du verre armé autrement nécessaires ; rendre obligatoire l'installation d'au moins un extincteur portatif pour tout travail de rénovation ;
- 9.12 - Revoir les profondeurs minimales des fondations compte tenu des principes de l'architecture parasismique ;
- 9.15 - Examiner si les mesures d'architecture parasismique des fondations sont pertinentes ; rendre obligatoire la pose d'armature dans les semelles et les murs de fondation de béton ; prévoir des mesures plus strictes d'appui latéral ;
- 9.16 - Rendre obligatoire la pose d'armature dans les dalles de béton ;
- 9.17 - Mieux définir et décrire les dimensions des poteaux d'acier, les matériaux et les éléments d'assemblage, et plus particulièrement les éléments d'assemblage à d'autres matériaux comme le bois et le béton ; revoir les normes de clouage pour les poteaux de bois ; revoir les spécifications pour des éléments de maçonnerie et des poteaux de béton ;

- 9.18 - Prescrire des méthodes d'ancrage des charpentes de bois aux fondations de vides sanitaires ;
- 9-19 - Prescrire des méthodes d'ancrage des diaphragmes de toit aux murs porteurs ;
- 9.20 - Revoir les spécifications actuelles de renforcement parasismique des éléments de maçonnerie en élévation ; revoir le tableau de la portée des linteaux compte tenu de la résistance sismique ; revoir les normes de liaison et d'assemblage des éléments de maçonnerie, en particulier ceux touchant les parements de maçonnerie ; revoir les normes d'ancrage des murs de maçonnerie aux ossatures de bois ; revoir les normes d'ancrage des encorbellements en maçonnerie et peut-être même en ajouter de nouvelles ; revoir les normes de résistance à la corrosion des dispositifs d'ancrage, de liaison et d'assemblage ;
- 9.21 - Resserrer les normes touchant l'appui latéral des cheminées ; suggérer dans l'Annexe A les hauteurs maximales des cheminées de maçonnerie au-dessus du surplomb du toit ;
- 9.22 - Ajouter des normes de dégagement latéral pour les poêles encastrables et leurs tuyaux ;
- 9.23 - Ajouter des normes de résistance sismique dans tout le chapitre touchant l'ossature de bois, dont la pose d'écrous aux boulons d'ancrage, la taille et l'espacement des clous, les situations où l'assemblage doit être fait autrement que par des clous ou des boulons d'ancrage, les normes minimales touchant les matériaux de revêtement primaire, l'épaisseur des matériaux et les motifs de clouage ;
- 9.24 - Modifications comme en 9.23, mais touchant les charpentes de tôle d'acier ;
- 9.26 - Éliminer ou restreindre l'utilisation de matériaux lourd de couverture de toit dans les régions sujettes aux séismes et/ou resserrer les normes de fixation là où la pose de ces matériaux est autorisée ;
- 9.27 - Revoir les normes minimales de fixation du bardage dans les régions sujettes aux séismes ;
- 9.28 et 9.29 - Revoir les normes de parement compte tenu de la résistance sismique ;
- 9.31 et 9.33 - Favoriser ou exiger la pose de raccords souples aux appareils au gaz comme les chauffe-eau et les chaudières ;
- 9.34 - Rendre obligatoire la pose de chaînes de sécurité aux plafonniers, aux ventilateurs, etc. ;
- 9.35 - Resserrer les normes parasismiques touchant les garages et les abris à voitures.

Pour ce qui touche l'application du processus de délivrance des permis de construire, il faudrait offrir une formation aux inspecteurs sur les aspects parasismiques de la Partie 9. Il faudrait allonger la liste des inspections obligatoires comme suit :

- Inspection avant la mise en place du béton — Vérifier si les boulons d'ancrage sont en place, correctement espacés le long du périmètre et dans l'épaisseur du mur et correctement installés (remarque : après la mise en place du béton, on peut corriger les erreurs de pose des boulons d'ancrage par l'installation de boulons fixés à l'aide de colle époxyde) ;
- Inspection avant la pose du revêtement primaire — Vérifier si les boulons d'ancrage sont en place, si les rondelles et les écrous y sont installés et si ces derniers sont serrés ; vérifier si les autres dispositifs d'ancrage parasismique sont en place et dûment (complètement) cloués ou boulonnés ;
- Inspections mécaniques — Vérifier si les chauffe-eau et les chaudières sont pourvus de raccords souples ;
- Inspections électriques — Vérifier si certains appareils d'éclairage sont pourvus de chaînes de sécurité.

Comme solution de rechange et peut-être même responsabilité additionnelle touchant les bâtiments construits en vertu de la Partie 9 et de la Partie 3, les lettres d'attestation officielle délivrées par des experts-conseils agréés pourraient être explicites quant aux spécifications parasismiques constatées sur le terrain et dans les plans. Certains secteurs de compétence appliquent déjà cette exigence en ce qui concerne la fixation parasismique de gros appareils mécaniques et électriques.

MESURES À PRENDRE PAR LES ASSUREURS

Le secteur de l'assurance admet qu'il n'est pas prêt à affronter un grave séisme dans les régions urbaines. Ses primes et ses franchises varient considérablement. La recherche parrainée par le secteur de l'assurance sur les modèles de pertes causées par les séismes par type de conception et de construction de maisons n'en est qu'à ses balbutiements.

À l'heure actuelle, nous ne connaissons aucun assureur offrant une réduction de prime aux propriétaires dont la maison a fait l'objet d'une amélioration parasismique par des experts-conseils. À l'aide du *Guide* comme premier ouvrage de référence, les experts-conseils pourraient facilement déterminer le degré de résistance sismique des maisons. Un programme d'assurance analogue au Programme de garantie des maisons neuves pourrait être établi. Les propriétaires de maisons devraient vérifier ce point auprès de leur assureur.

MESURES À PRENDRE PAR LES CONSTRUCTEURS

Les occupants veulent que leur maison soit sûre et solide. La plupart des gens préfèrent rénover, améliorer et agrandir leur maison plutôt que de déménager et d'en acheter une d'un cran supérieur. Cette réalité, conjuguée au niveau accru de sensibilisation aux dangers sismiques et au coût assez minime de l'amélioration parasismique, crée un créneau de marché pour les constructeurs avant-gardistes.

Le coût supplémentaire que présente, par exemple, l'ancrage de l'ossature de bois à la fondation de béton selon les codes en vigueur s'élève à environ 200 dollars. L'augmentation du nombre et de la taille des boulons d'ancrage et les améliorations analogues à la fondation que recommande le *Guide* coûtent environ 1 000 dollars supplémentaires, investissement minime compte tenu du fait qu'il peut empêcher la maison de tomber de sa fondation et de devenir irréparable.* Bon nombre des recommandations du *Guide* supposent des coûts de cet ordre de grandeur. Si les constructeurs s'inquiètent de ces coûts supplémentaires, ils doivent les quantifier pour une maison donnée et les présenter comme un avantage additionnel aux propriétaires. Cette manière de procéder se révèle de beaucoup meilleure que la suppression arbitraire de mesures parasismiques sans consultation des propriétaires.

Au cours de la construction de la maison, les constructeurs doivent porter attention aux procédures exposées dans le *Guide*, par exemple, vérifier l'ancrage de la charpente à la fondation, les motifs de clouage, le serrage des écrous et l'utilisation des bons connecteurs. Si des situations imprévues se présentent, les constructeurs doivent obtenir les conseils de l'architecte.

MESURES À PRENDRE PAR LES OCCUPANTS ET LES PROPRIÉTAIRES

Si les règlements de la construction ne requièrent généralement pas la participation d'un architecte ou d'un ingénieur de structure au cours des étapes de conception et de construction d'une maison ou de travaux de rénovation, le recours, même modeste, à ces experts-conseils garantit qu'une personnes dûment formée inspecte la conception et la construction de la maison et a intégré les mesures parasismiques pertinentes aux travaux. La garantie additionnelle fournie par ces experts-conseils et leur obligation juridique d'assurer la protection du public se traduisent par une quiétude additionnelle chez les occupants et les propriétaires. Dans tout projet de construction, peu importe l'envergure des travaux, les ingénieurs de structure et les architectes agréés sont les seules parties ayant une responsabilité illimitée et perpétuelle envers leur contribution aux travaux.

En général, les coûts qu'entraîne le recours à des architectes ou à des ingénieurs de structure pour

* Selon le tableau 5 - 2 de Chapitre 5 du present *Guide*. Le coût de 1 000 dollars comprend l'utilisation de boulons d'ancrage plus long en plus grande quantité, l'addition de connecteurs de retenue et l'utilisation de revêtements de contreplaqué plus épais avec plus de clous par panneau.

des travaux de rénovation sont inférieurs à la franchise des polices d'assurance contre les tremblements de terre. Les honoraires demandés par ces experts-conseils pour réaliser un examen comme celui que prévoit le *Guide* peuvent être moindres que la réduction de quelques années de primes d'assurance contre les tremblements de terre.

Les Canadiens habitant des régions sujettes aux séismes dépensent environ 15 milliards de dollars en travaux de rénovation par année.[2] Si ces propriétaires de maison n'affectaient qu'un faible pourcentage de ces dépenses aux recommandations les plus fondamentales du *Guide*, des milliers de maison devant faire l'objet de travaux de rénovation cette année auraient de bien meilleures chances de résister à un séisme.

RÉSUMÉ DES POINTS À RETENIR

La mise en œuvre des recommandations du *Guide* dans n'importe quelle maison réduira les possibilités de blessures corporelles et de dommages matériels en cas de séisme.

1 Citations de M. Garry Rogers, Commission géologique du Canada, tirées de l'article « Earthquake Coast » par Daniel Wood, dans *Beautiful British Columbia*, Bryan McGill (éd.), Vol. 38, No. 1, Spring 1996, Victoria, B.C.

2 SCHL, « Aperçu du marché de la rénovation », tiré de *Perspectives nationales du marché de l'habitation*, Quatrième trimestre 1995, p. 4.

ANNEXE A

RESSOURCES ET BIBLIOGRAPHIE

Anderson, L.O., *Guide to Improved Framed Walls For Houses*, U.S. Forest Service Research Paper FPL 31, U.S. Department of Agriculture & Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, Wisconsin, August1965.

Arnold, Christopher et Robert Reitherman, *Building Configuration and Seismic Design*, John Wiley & Sons Inc., 1982.

Arnold, Christopher, FAIA et al., *Building at Risk: Seismic Design Basics for Practicing Architect* (NHRP 1994), AIA/ACSA Council on Architectural Research, Natural Hazards Research Program, Washington, D.C., 1994.

Association of Professional Engineers of British Columbia, *Seismic Risk in British Columbiaa 1988 Brief to the British Columbia Government*, B.C.

Association of Wall & Ceiling Contractors of British Columbia, *Guidelines for Stucco Application*, Burnaby, B.C., 1994.

Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project, *An Ounce of Prevention: Strengthening Your Wood Frame House for Earthquake Safety*, Vidéocassette, 101-8th Street, Suite 152, Oakland, CA.

Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project (BAREPP), *Proceedings, - Putting the Pieces Together - the Loma Prieta Earthquake One Year Later*, BAREPP, 101-8th Street, Suite 152, Oakland, CA, 1990.

Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project, *An Ounce of Prevention: Strengthening Your Wood Frame House for Earthquake Safety, Video and Construction Guide*, 101-8th Street, Suite 152, Oakland, CA.

Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project, *Earthquake Preparedness Guidelines for Large Retirement Complexes and Large Residential Care Facilities*, 101-8th Street, Suite 152, Oakland, CA, July 1992.

Boaz, Joseph N. (éd.), *Architectural Graphic Standards*, Sixth Edition, John Wiley & Sons, Toronto, Ontario, 1970.

British Columbia Wall and Ceiling Association, *Portland Cement Resource Guide*, Surrey, B.C., 1997.

Bruneau, Michel et Maurice Lamontagne, *Damage from 20th century earthquakes in eastern Canada and seismic vulnerability of unreinforced masonry buildings, Canadian Journal of Civil Engineering*, Volume 21, Numéro 4, août 1994, pp. 643 à 662.

California Governor's Office of Emergency Services, *Protecting your Home and Business from Nonstructural Earthquake Damage*, February 1994, 101-8th Street, Suite 152, Oakland, CA.

California Governor's Office of Emergency Services and Federal Emergency Management Agency, *A Guide to Repairing and Strengthening Your Home Before the Next Earthquake*, February 1994, 101-8th Street, Suite 152, Oakland, CA.

California Office of Emergency Services, *Bay Area Regional Earthquake Preparedness Project Fall 1992, Seismic Retrofit Incentive Programs*, 2800 Meadow View Road, Sacramento, CA.

Société canadienne d'hypothèques et de logement, Centre d'analyse de marché, *Perspectives nationales du marché de l'habitation, Quatrième trimestre 1995, Cahier spécial, Aperçu du marché de la rénovation*, SCHL, Ottawa, Ontario, 1995.

Canadian Association for Earthquake Engineering, *Preliminary Report on the Northridge, California, Earthquake of January 17, 1994*, CAEE, Vancouver, B.C., March 1994.

Association canadienne de normalisation, *Code canadien de l'électricité*, CSA - C22.1 - 1994.

Chandler, Howard et al. (éd.), *Exterior Home Improvement Costs - a pratical pricing guide for Homeowners and Contractors*, R.S. Means Company Inc., Kingston, MA, 1994.

Cherry, Sheldon et al., Reconnaissance Team, Canadian Association for Earthquake Engineering, *Preliminary Report on the Northridge, California, Earthquake of January 17, 1994*, CAEE, Vancouver, B.C., March 1994.

City, Federal Emergency Management Agency, *Comprehensive Earthqiuake Preparedness Planning Guidelines*, May 1985.

Council of American Building Officials, *CABO One and Two Family Dwelling Code*, 1995 Edition, First Printing, CABO, 5203 Leesburg Pike, Falls Church, VA 22041.

DeMascole, Anthony, *Home Safe Home - Video*, District 515, Rotary International, KCSM, Simpson Strong-Tie Video, 1990.

Dietz, Albert G.H., Sc.D., *Dwelling House Construction*, The MIT Press, Cambridge, MA, July 1973.

Earthquake Engineering Research Institute, *The Hyogo-Ken Nanbu Earthquake January 17, 1995 - AKA Kobe, Premilinary Reconnaissance Report*, EERI Publication Number 95-04, 1995, Oakland, CA.

Eremko, Randy et Simon Terlinden, *Earthquake Survival - What to do: Before During After*, Pan Pacific Promotions Co., PO Box 5055, Vancouver, B.C., 1991.

Federal Emergency Management Agency, US Fire Administration, *Reducing the Risks of Nonstructural Earthquake Damage : A Practical Guide*, Earthquake Hazards Reduction Series 1, June 1985.

Federal Emergency Management Agency, US Fire Administration, *The Loma Prieta Earthquake Sept. 1991 Emergency Response & Stabilization Study*.

Helfant, David Benaroya, *Earthquake Safe: A Hazard Reduction Manual for Homes*, Builders Booksource, 1817 Fourth Street, Berkeley, CA, 1989.

Helfant, David Benaroya, *Seismic Bracing, Advanced Framing Techniques, Troubleshooting & Structural Design*, The Journal of Light Construction, RR2 Box 146, Richmond, VT., 1992, pp. 67 à 72.

Hyman, Harris, P.E., *Bracing Walls Against Racking, Advanced Framing Techniques, Troubleshooting & Structural Design*, The Journal of Light Construction, RR2 Box 146, Richmond, VT., 1992, pp. 57 à 60.

International Conference of Building Officials, *Uniform Building Code 1994 - Volume 2 - Structural Engineering Design Provisions*, Division III, Earthquake Design, 5360 South Workman Mill Road, Whittier, CA.

Jablonski, A.M., D.E. Allen, K.T. Law et J.H. Rainer, *Assessment of Earthquake Effects on Residential Buildings and Services in the Greater Vancouver Area*, NRC Client Report for CMHC - Report CR-5810.1, February 1989.

Jablonski, A.M., D.E. Allen, K.T. Law et J.H. Rainer, *Earthquake Damage in the San Francisco Area and Projection to Greater Vancouver*, NRC Client Report for CMHC - Report CR-6026.1, January 1990.

Leach, Joel, *Earthquake Prepared - Securing Your Home, Protecting Your Family*, Studio 4 Editor, Northridge, CA.

Lewicky, W.D., *House Construction in B.C. - An Illustrated Reference Guide to the B.C. Building Code*, The Drawing-Room Graphic Services Ltd., P.O. Box 86627, North Vancouver, B.C., 1995.

Mewis, Robert, Senior Ed., *Residential Detailed Costs 1996 - Contractor's Pricing Guide*, R.S. Means Company Inc., Kingston, MA, 1996.

Code national du bâtiment du Canada, Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Conseil national de recherches du Canada, Ottawa, Ontario, 1995.

National Science Teachers Association, *Earthquakes - A Teacher's Package for K-6*, 1742 Connecticut Avenue, NW, Washington, DC, October 1988.

Office of the State Architect, *California State Structural Safety Interpretive Manual*, Title 24 California Code of Regulations (CCR), Catalog Number 7540-939-1902-2.

Regional Emergency Planning Committee, UBC Disaster Preparedness Resource Centre, *Workshop Proceedings Regional Earthquake Damage Workshop*, January 26 - 27, 1993, Vancouver, B.C.

Simpson Strong-Tie Company Inc., *Connectors for Wood Construction*, Product and Information Manual, Pleasonton, CA, 1995.

Simpson Strong-Tie Company Inc., *Damage Control, Simpson Strong-Tie Products For Earthquake Resistant Construction*, Pleasonton, CA, 1994.

Spangle, William E., *Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding (PEPPER)*.

Stieda, C.K.A., *Performance of Wood Frame Buildings in the Northridge Earthquake of 17 January, 1994*, tiré du Canadian Association for Earthquake Engineering, *Preliminary Report on the Northridge, California, Earthquake of January 17, 1994*, CAEE/ACGS, à l'att. Dept. of civil Engineering, University of British Columbia, Vancouver, B.C., 1994.

Yanev, Peter I., *Peace of Mind in Earthquake Country*, Chronicle Books, 275 Fifth Street, San Francisco, CA, 1991.

ANNEXE B

EXPERTS-CONSEILS PARTICIPANT À L'ARCHITECTURE PARASISMIQUE

EXPERTS-CONSEILS

Les personnes souhaitant améliorer la résistance sismique de leur maison devraient faire appel aux experts-conseils suivants.

Architectes

Traditionnellement, les architectes sont les premiers experts-conseils de projets de conception et de construction. Dans la plupart des provinces, tous les projets industriels, si petits soient-ils, sont tenus par la loi de faire appel à un architecte. Néanmoins, en général, aucune loi n'exige leur participation aux travaux de rénovation ou de conception domiciliaire.

Parmi les motifs qualitatifs appuyant le recours à un architecte, citons les suivants :

- En général, ils ont suivi une formation de cinq ans et agi en tant qu'apprentis de trois à cinq ans avant de pouvoir mériter la désignation d'architecte.
- Ils sont formés de manière à pouvoir résoudre des problèmes et à considérer l'ensemble des désirs et des besoins des clients.
- Ils ont l'habitude d'accélérer les travaux, du début à la fin, y compris les travaux n'ayant pas trait à l'architecture.
- Ils ne sont soumis à l'autorité d'aucun entrepreneur ni fournisseur et ne reçoivent aucune commission en vue d'utiliser des fournisseurs ou des produits spécifiques, ce qui évite donc les conflits d'intérêt.

Le côté pratique essentiel du recours à un architecte réside dans le fait que, parmi toutes les parties concernées par la conception et la construction ou la rénovation, seul l'architecte et les ingénieurs de structure sont régis par des lois provinciales qui leur confèrent une responsabilité illimitée et perpétuelle envers leurs clients et le grand public pour les travaux auxquels ils contribuent. Cette responsabilité étendue peut porter des ingénieurs de structure et des architectes agréés à inclure davantage de services dans leur marché, d'où un relèvement de leurs honoraires compte tenu de la plus grande portée des services.

Le seul inconvénient du recours à un ingénieur ou à un architecte, c'est que leurs honoraires sont beaucoup plus élevés que ceux de non-spécialistes puisqu'ils offrent un niveau de service supérieur à ces derniers.

Concepteurs

Seuls les architectes et les ingénieurs inscrits à une association provinciale d'architecture ou d'ingénierie sont autorisés à utiliser la désignation « architecte» ou « ingénieur professionel ». Quant aux autres, ils peuvent s'octroyer le titre de « concepteur » ou « concepteur résidentiel », mais, peu importe leur titre, ils ne sont pas régis par une loi provinciale, ce qui mine la protection offerte aux propriétaires de maison contre les erreurs et les omissions commises dans les travaux.

Certains concepteurs se spécialisant dans les travaux résidentiels peuvent offrir des services plus ciblés qu'un architecte ayant moins d'expérience dans ce domaine. Leurs honoraires sont également moindres, mais il faut soupeser l'économie d'honoraires par rapport aux fait qu'ils sont dégagés de toute responsabilité pour les erreurs et les omissions commises. Il faut également vérifier si la portée des services qu'ils offrent est complète.

Conseillers en conception de bâtiments

Le conseiller en conception de bâtiments est une profession assez nouvelle dans le domaine de l'architecture. C'est un spécialiste qui a reçu une formation d'architecte ou d'ingénieur, ou encore une formation de concepteur ou de technicien.

Cette profession vise à offrir au client les seuls services dont il a besoin pour accomplir une tâche de conception spécifique et à lui éviter d'avoir à envisager des travaux d'envergure. Ce peut être une solution idéale pour les propriétaires de maison et les entrepreneurs qui souhaitent obtenir de l'aide au sujet de certains aspects de l'amélioration parasismique, par exemple pour un projet où un autre spécialiste est chargé de la conception de base ou pour un projet dont l'envergure ne justifie

par le recours à un expert-conseil principal. Les conseillers en conception de bâtiments pourraient recevoir une formation sur les inspections parasismiques suggérées dans le *Guide*.

Le niveau de la responsabilité des conseillers en conception de bâtiments quant aux erreurs et aux omissions dépend de leur qualification professionnelle.

Ingénieurs de structure

Les efforts auxquels sont soumises les maisons par les séismes sont complexes et varient selon le terrain et d'autres facteurs comme l'âge et la configuration des maisons. Les mesures recommandées par le *Guide* amélioreront la résistance sismique de presque n'importe quelle maison, mais les auteurs du *Guide* ne peuvent s'en porter garants. Si un degré supérieur de résistance s'avère important ou que la configuration de la maison ou des travaux de rénovation proposés sont complexes ou douteux, il vaut mieux laisser un ingénieur de structure analyser les problèmes, faire des recommandations et des plans de structure et vérifier si les travaux ont été dûment exécutés. Certains ingénieurs de structure ont des compétences et des intérêts particuliers en architecture parasismique, et quelques-uns jouissent en plus d'une expérience en construction de maisons individuelles.

CHOIX DES EXPERTS-CONSEILS

À plusieurs égards, choisir des experts-conseils n'est pas différent de choisir des entrepreneurs. Voici quelques conseils sur le choix d'experts-conseils :

- Les associations professionnelles offrent habituellement gratuitement aux clients éventuels de leurs membres des listes de praticiens et des moyens de les choisir.
- Une entrevue, même téléphonique, est un moyen essentiel permettant au client éventuel de savoir s'il peut bien s'entendre avec un expert-conseil donné. Il est important de s'entretenir avec la personne à laquelle on confiera des travaux.
- Puisque l'amélioration parasismique des résidences en conjonction avec des travaux de rénovation est une nouvelle façon d'envisager les projets de rénovation ou de construction, les experts-conseils ont sans doute peu de réalisations à leur actif. Il faut vérifier par des questions si l'expert-conseil comprend les principes de l'architecture parasismique et lui demander précisément de quelle manière ces principes peuvent se répercuter sur les travaux envisagés.

Les paragraphes qui suivent montrent les aspects pratiques d'une collaboration avec des experts-conseils en architecture parasismique.

Vérification de la qualification des experts-conseils

Bon nombre des étapes que comprend l'embauche d'experts-conseils ne sont nullement différentes de celles que suppose l'embauche d'entrepreneurs (voir l'Annexe E).

- Même pour les travaux les plus mineurs, exigez la preuve d'un permis d'exploitation et de compétences professionnelles des personnes avec lesquelles vous traitez.
- Dans certains secteurs de compétence, les architectes et les ingénieurs doivent être inscrits à la commission de sécurité du travail. Communiquez avec la commission de sécurité du travail de votre province pour vous assurer que votre expert-conseil y est inscrit et qu'il est en règle, c'est-à-dire qu'il a payé ses cotisations.
- Demandez à l'expert-conseil une preuve d'assurance responsabilité, qui se compose habituellement d'un document d'une ou deux pages pouvant être vérifié par téléphone. La protection minimale habituelle s'élève à 250 000 dollars par événement. Si votre expert-conseil ne détient pas une telle protection, réévaluez votre choix, car la plupart des experts-conseils n'ont pas l'actif voulu pour honorer une demande de règlement par suite d'erreurs ou d'omissions.
- Communiquez avec les personnes desquelles l'expert-conseil se recommande et demandez-leur des questions qui vous aideront à déterminer si ce dernier répondra à vos besoins.

Contrats de services professionnels

Les associations provinciales d'architectes et d'ingénieurs offrent des contrats types et, souvent, des versions abrégées qui suffisent aux travaux de rénovation résidentielle. De même, les experts-conseils disposent peut-être de contrats convenables en format lettre. Peu importe, obtenez un contrat écrit stipulant clairement ce qui suit :

- la portée des travaux ;
- la portée complète des services offerts par l'expert-conseil ;
- les responsabilités de l'expert-conseil et celles du client ;
- les modalités de paiement des honoraires et des frais, y compris les montants et la date de facturation et de paiement ;
- la responsabilité de l'expert-conseil quant à la portée des services et aux limites de cette responsabilité ;
- les mesures à prendre en cas de différend. La médiation ou négociation à l'aide d'un médiateur est la solution la moins coûteuse pour résoudre un différend ; l'arbitrage est probablement le deuxième moyen à envisager compte tenu du coût ; l'action en justice est de loin la solution la plus onéreuse.

Un contrat « pleins services » comme celui que pourrait proposer un architecte comprendrait probablement les points suivants :

- examen général des lieux et, dans le cas d'une rénovation ou d'une amélioration parasismique, examen du reste de la maison ; ce point est conforme à la démarche d'inspection à l'aide des listes de vérification du *Guide* ;
- conseils au client quant aux travaux pertinents ou obligatoires devant s'ajouter à ceux envisagés, conseils reposant sur le bon sens ou exigés par les autorités du domaine de l'urbanisme ou de la construction ;
- services d'architecture complets, y compris les plans, les demandes de permis nécessaires, les dessins d'exécution, les cahiers des charges et les services ci-après énumérés ;
- examens sur le terrain dont le nombre est déterminé selon les travaux ; examens particuliers à certains étapes des travaux, généralement avant que certains travaux ne soient cachés par d'autres ;
- rédaction et administration des contrats de construction, y compris les certificats de paiement et la garde des retenues en cas de lacunes ou de l'exercice de privilèges.

Vous trouverez à l'Annexe E des conseils sur les relations avec les entrepreneurs, relations dont se charge pour la plupart l'architecte retenu pour le projet.

Typiquement, le propriétaire de maison doit prévoir de 10 à 15 p. 100 des coûts de construction pour les honoraires de l'architecte dans le cadre d'un contrat pleins services. Ce pourcentage peut être réduit si le client offre des renseignements utilisables et fait d'autres concessions touchant la portée des services de l'architecte.

Les honoraires des concepteurs dépendent de divers facteurs, mais il s'agit la plupart du temps d'honoraires fixes établis selon la complexité du projet et l'étendue des services. En contrepartie de ce qui semble souvent des honoraires moindres, bon nombre de concepteurs ne prennent pas part à l'étape de la construction.

Les ingénieurs de structure demandent généralement un tarif horaire, car le temps consacré sur le chantier varie beaucoup selon ce que dévoilent les travaux préalables de démolition.

Attendez-vous des conseillers en conception de bâtiments qu'ils vous demandent un tarif horaire, y compris la durée des déplacements pour se rendre au chantier et en revenir et des consultations téléphoniques, au besoin. La plupart des conseillers en conception de bâtiments préfèrent être payés par carte de crédit, ce qui élimine les frais généraux et profite au client.

Tous ces services, conjugués, produiront des résultats meilleurs et plus complets. L'architecte peut consentir à éliminer certains services faisant double emploi.

Honoraires des experts-conseils

Les experts-conseils calculent généralement leurs honoraires en fonction du temps consacré, peu importe la façon dont ils soumissionnent ou structurent leurs facteurs et leurs contrats. Toute économie de temps qu'ils prévoient faire devrait être refilée à leur client.

Pour réduire le travail des experts-conseils et leurs honoraires, prévoyez accomplir, comme tout propriétaire de maison devrait être en mesure de le faire, les tâches suivantes :

- enquête et recherche sur l'immeuble : recueillir les données disponibles sur l'immeuble à l'hôtel de ville, y compris s'entretenir avec le personnel de délivrance des permis pour savoir si d'autres exigences pourraient se répercuter sur les travaux proposés ; rassembler les dessins ou les certificats de localisation de la maison ;
- mesure et enregistrement de l'état actuel de l'immeuble : prendre des mesures détaillées des lieux où des rénovations sont envisagées ; prendre des photographies montrant l'état actuel des lieux ;
- compilation d'un dossier de conception : rassembler des coupures d'images de travaux plaisant au client et pouvant s'appliquer aux travaux proposés ; noter ses vues sur les travaux proposés et sur les résultats attendus ;
- tenue d'un journal du projet de construction : tenir un registre quotidien des travaux exécutés et des équipes d'ouvriers accompagné de photographies montrant le degré d'avancement des travaux ; compiler des notes et des images à l'intention des experts-conseils.

INSPECTION DU TRAVAIL DES EXPERTS-CONSEILS

Il n'est pas insensé d'envisager le travail des experts-conseils comme on le fait pour les travaux d'entrepreneurs, c'est-à-dire d'inspecter leur travail de la même manière qu'on le fait pour ces derniers, par exemple :

- Vérifiez régulièrement le degré d'avancement du travail de conception et des documents à l'appui. Exigez de signer leur travail à l'étape de la conception provisoire, à celle de la conception définitive et à l'étape projet précédant immédiatement la recherche d'un entrepreneur. Conservez des copies de ces documents signés par vous et comparez-les aux travaux exécutés à leur suite. Si les travaux diffèrent de la dernière étape pour laquelle vous avez signé un document, exigez de savoir pourquoi et n'autorisez pas l'expert-conseil à poursuivre son travail avant d'avoir obtenu satisfaction.
- Assurez-vous que l'expert-conseil inspecte les travaux aussi souvent qu'il a été convenu et lorsque votre intuition vous le dicte. Exigez des rapports d'inspection écrits. Demandez à l'expert-conseil de prendre des photographies et de vous en remettre un exemplaire.
- Au terme du projet, menez une inspection détaillée. En général, les inspecteurs municipaux ne se préoccupent pas des détails de finition et autres détails touchant la qualité. Si vous êtes insatisfait de la qualité de certains travaux, exprimez-le sans détours. Si les travaux ne sont pas parachevés à votre satisfaction, retenez des paiements d'honoraires tant que vous n'êtes pas satisfait.

Garanties et cautions

Comme nous l'avons mentionné, en général, seuls les architectes et les ingénieurs souscrivent des polices d'assurance contre les erreurs et les omissions. Pour plus de détails sur les garanties et les cautions fournies par les entrepreneur, reportez-vous à l'Annexe E.

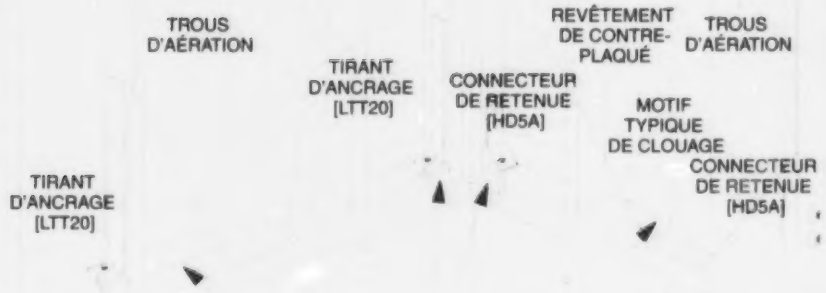
Si les travaux exécutés semblent accuser des lacunes, communiquez avec l'architecte ou le concepteur pour qu'il coordonne les mesures correctrices auprès de l'entrepreneur. Si les lacunes sont mineures, l'expert-conseil vous suggérera peut-être de communiquer directement avec l'entrepreneur, mais c'est l'expert-conseil qui est le mieux placé pour déterminer s'il faut procéder ainsi.

ANNEXE C

DÉTAILS TECHNIQUES DE L'AMÉLIORATION PARASISMIQUE

ANNEXE C
DÉTAILS TECHNIQUES DE L'AMÉLIORATION PARASISMIQUE

Le recueil suivant de renseignements et de détails techniques s'avère un outil de référence utile pour la prise de mesures d'amélioration parasismique. Il a été élaboré en fonction de situations générales et peut ne pas s'appliquer à certains bâtiments ; toutefois, il offre une orientation générale sur les mesures à envisager. Il est impossible de prévoir toutes les situations et solutions possibles que peut poser le renforcement d'une maison. C'est pourquoi, en cas de doute, il faut consulter des spécialistes en conception. Avant d'entamer des travaux, vérifiez les normes locales de construction auprès du service de la construction de votre municipalité.



1

2

REMARQUES :
CE DIAGRAMME MONTRE DEUX EXEMPLES TYPIQUES DE CONTREVENTEMENT DE MURET (SOUS-SOL OU VIDE SANITAIRE). INSTALLEZ D'AUTRES TIRANTS D'ANCRAGE (NON INDIQUÉS DANS LE DIAGRAMME) POUR ASSURER LE TRANSFERT DES CHARGES VERTICALES ET HORIZONTALES ENTRE LES MURETS ET LES MURS DU PREMIER ÉTAGE.

IL S'AGIT D'UN DIAGRAMME GÉNÉRAL. L'ESPACEMENT ET LA HAUTEUR DES POTEAUX DOIVENT RESPECTER LES CODES LOCAUX.

1 CETTE PARTIE DU DIAGRAMME MONTRE LES DIMENSIONS ET L'EMPLACEMENT APPROXIMATIFS DES CONNECTEURS DE RETENUE ET DES TIRANTS D'ANCRAGE [LTT] DANS UN MUR CORRECTEMENT CONTREVENTÉ, MAIS IL REVIENT AU SERVICE DE LA CONSTRUCTION D'EN PRÉCISER LES DÉTAILS.

2 ENTRETOISES COUVRANT LA LISSE POUR FACILITER LE CLOUAGE DU PÉRIMÈTRE DES PANNEAUX DE CONTREPLAQUÉ UTILISÉS COMME REVÊTEMENT.

Q
1

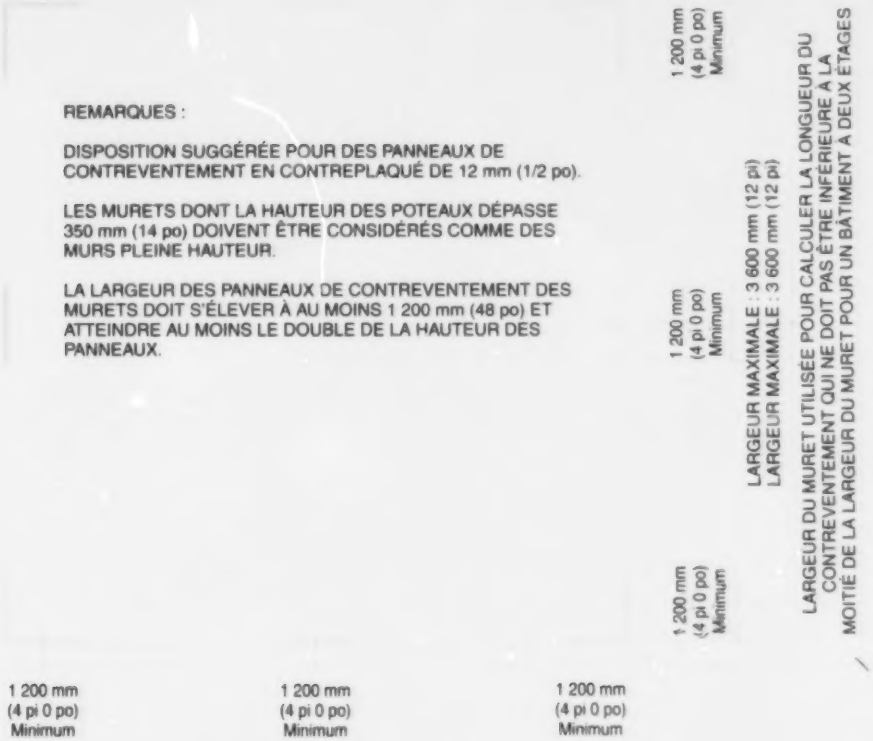
DÉTAIL D'UN MURET

REMARQUES :

DISPOSITION SUGGÉRÉE POUR DES PANNEAUX DE CONTREVENTEMENT EN CONTREPLAQUÉ DE 12 mm (1/2 po).

LES MURETS DONT LA HAUTEUR DES POTEAUX DÉPASSE 350 mm (14 po) DOIVENT ÊTRE CONSIDÉRÉS COMME DES MURS PLEINE HAUTEUR.

LA LARGEUR DES PANNEAUX DE CONTREVENTEMENT DES MURETS DOIT S'ÉLEVER À AU MOINS 1 200 mm (48 po) ET ATTEINDRE AU MOINS LE DOUBLE DE LA HAUTEUR DES PANNEAUX.



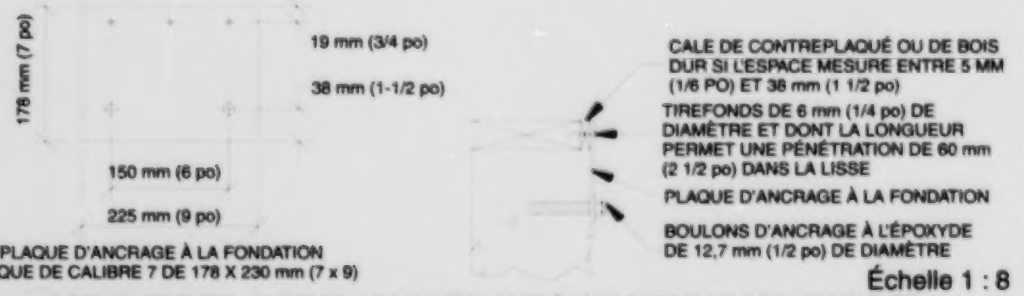
Échelle 1:100

Q2

DISPOSITION DU CONTREVENTEMENT D'UN MURET

Échelle 1 : 8

A CONNEXION ENTRE LA LISSE ET UNE FONDATION INCLINÉE À L'AIDE D'UNE PLAQUE D'ANCRAGE COUDÉE

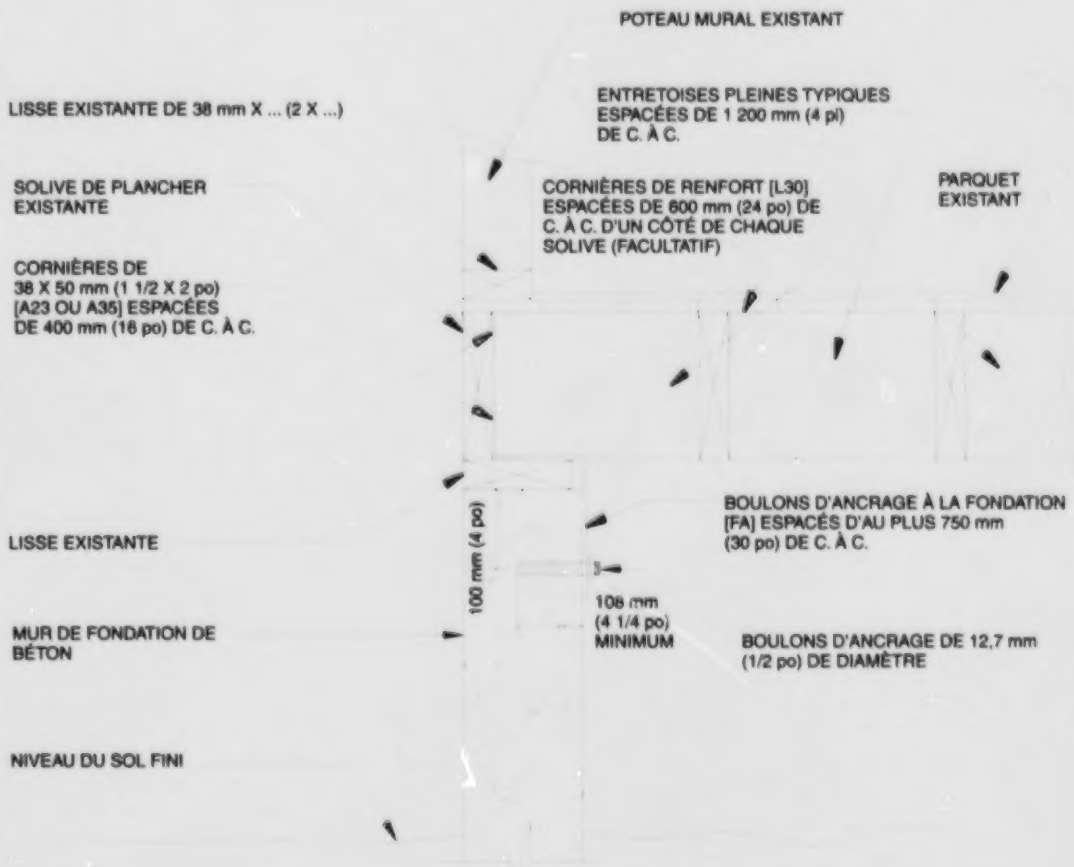


Échelle 1 : 8

B CONNEXION ENTRE LA LISSE ET UNE FONDATION PLATE À L'AIDE D'UNE PLAQUE D'ANCRAGE PLATE

Q 3

AUTRES TYPES DE CONNEXIONS ENTRE LA LISSE ET LA FONDATION



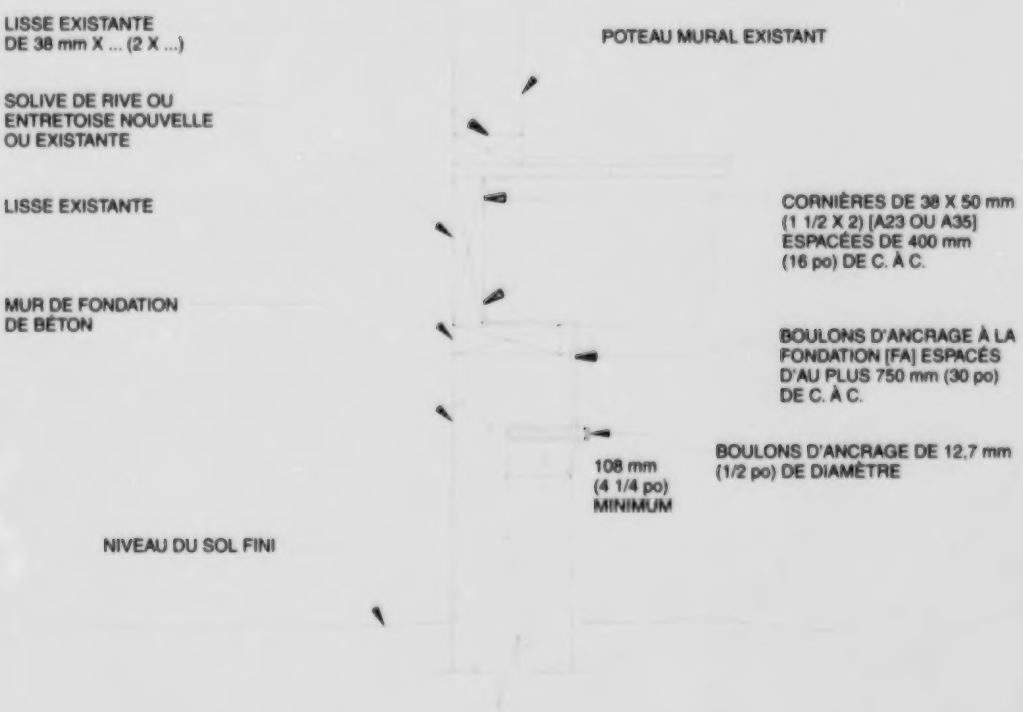
REMARQUES :

1. LES ENTRETOISES SONT FAITES DU MÊME MATÉRIAU QUE LES SOLIVES (MÊMES DIMENSIONS NOMINALES DE 38 mm x ... (2 X ...).
2. L'UTILISATION D'ENTRETOISES MÉTALLIQUES CROISÉES PEUT ÊTRE UNE SOLUTION DE RECHANGE ACCEPTABLE AUX ENTRETOISES PLEINES.

Échelle 1 : 8

Q 4

BOULONNAGE DE LA LISSE (SANS MURET)



REMARQUES :

1. POUR LES DÉTAILS DE LA DISPOSITION DES CONNECTEURS ET DES PLAQUES, VOIR LES DIAGRAMMES Q3, Q10 OU Q17 ; SI L'ESPACE EST SUPÉRIEUR À 38 mm (1 1/2 po), VOIR LES DIAGRAMMES Q10 ET Q17.

Échelle 1 : 8

Q
5

BOULONNAGE DE LA LISSE (SANS MURET)

LISSE EXISTANTE
DE 38 mm X ... (2 X ...)

SOLIVE DE RIVE OU
ENTRETOISE EXISTANTE

SABLIÈRE EXISTANTE DE
1 OU 2 PLANCHES DE
38 mm X ... (2 X ...)

POTEAU EXISTANT
DE MURET

NOUVELLE ENTRETOISE DE
38 mm X ... (2 X ...) FIXÉE À LA
LISSE À L'AIDE DE 3 CLOUS DE
90 mm (3 1/2 po)

LISSE EXISTANTE

MUR DE FONDATION

NIVEAU DU SOL FINI

POTEAU MURAL EXISTANT

PARQUET EXISTANT RECOUVRANT UN SOUS-PLANCHER FAIT DE PLANCHES DE 19 mm (1 po) EN DIAGONALE OU D'UN AUTRE MATÉRIAU DE SUPPORT DE REVÊTEMENT DE SOL

CORNIÈRES DE 38 X 50 mm
(1 1/2 X 2) [A23 OU A35] ESPACÉES
DE 400 mm (16 po) DE C. À C.

CONNECTEURS PARASISMIQUES [H1] À TOUTES LES DEUX SOLIVES ; SINON, FIXER HORIZONTALEMENT UN CONNECTEUR PARASISMIQUE [H5] DE LA SOLIVE À LA SABLIÈRE

CONTREPLAQUÉ DONT LE PÉRIMÈTRE EST CLOUÉ À TOUS LES 100 mm (4 po) DE C. À C. ET LE CENTRE CLOUÉ AUX POTEAUX À TOUS LES 300 mm (12 po) DE C. À C.

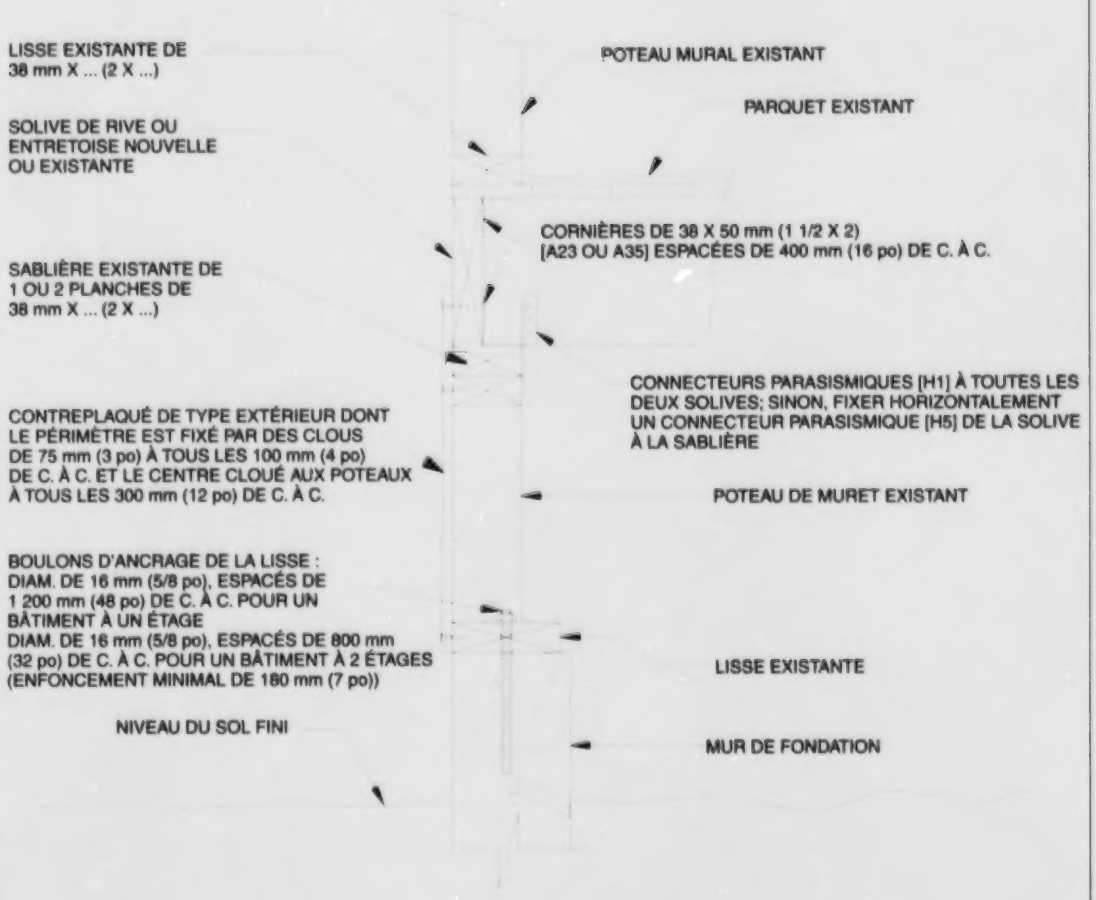
BOULONS D'ANCRAGE DE LA LISSE :
DIAM. DE 16 mm (5/8 po), ESPACÉS DE 1 200 mm (48 po) DE C. À C. POUR UN BÂTIMENT À UN ÉTAGE
DIAM. DE 16 mm (5/8 po), ESPACÉS DE 800 mm (32 po) DE C. À C. POUR UN BÂTIMENT À 2 ÉTAGES
(ENFONCEMENT MINIMAL DE 180 mm (7 po))

REMARQUE :
RONDELLES DES BOULONS D'ANCRAGE DE LA LISSE : 50 X 50 X 5 mm (2 X 2 X 3/16) ; DIAM. 12,7 mm (1/2 po)
60 X 60 X 6 mm (2 1/2 X 2 1/2 X 1/4) ; DIAM. 16 mm (5/8 po)

Échelle 1 : 8

Q
6

CONTREVENTEMENT DE LA FACE INTÉRIEURE D'UN MURET



REMARQUE :
RONDELLES DES BOULONS D'ANCRAGE DE LA LISSE : 50 X 50 X 5 mm (2 X 2 X 3/16) ; DIAM. 12,7 mm (1/2 po)
60 X 60 X 6 mm (2 1/2 X 2 1/2 X 1/4) ; DIAM. 16 mm (5/8 po)

Échelle 1 : 8

Q
7

CONTREVENTEMENT DE LA FACE EXTÉRIEURE D'UN MURET

CONNECTEUR DE RETENUE [HD5A] AVEC BOULON D'ANCRAGE DE 16 mm (5/8 po) DE DIAMÈTRE

REVÊTEMENT DE CONTREPLAQUÉ

NIVEAU DU SOL FINI

REMARQUES :

1. POUR LE DÉTAIL DU CONTREVENTEMENT DES MURETS, VOIR LES DIAGRAMMES Q6 ET Q7.
2. POUR LA DISPOSITION DU CONTREPLAQUÉ DE CONTREVENTEMENT, VOIR LE DIAGRAMME Q2.
3. POUR PLUS DE CLARTÉ, LES BOULONS D'ANCRAGE DE LA LISSE NE SONT PAS ILLUSTRÉS.

Échelle 1 : 8

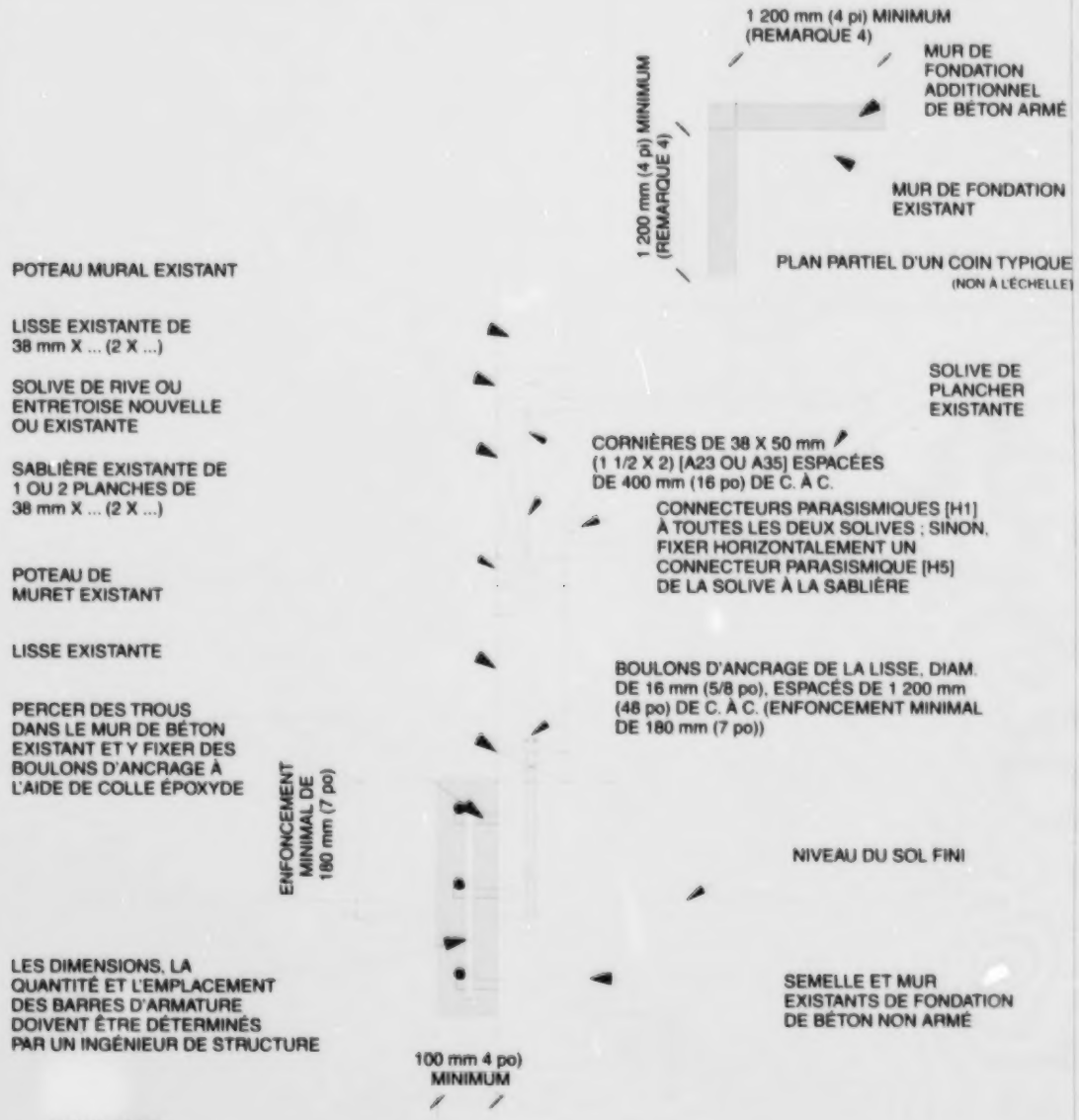
Q 8

CONNECTEUR DE RETENUE (MURET)

Échelle 1 : 8

Q 9

TRANSFERT DES TENSIONS ENTRE DEUX ÉTAGES ADJACENTS



REMARQUES :

1. POUR LES DÉTAILS DU CONTREVENTEMENT DES MURETS, VOIR Q6 OU Q7.
2. RONDELLES DES BOULONS D'ANCRAGE DE LA LISSE : 50 X 50 X 5 mm (2 X 2 X 3/16) ; DIAM. 12,7 mm (1/2 po)
   60 X 60 X 6 mm (2 1/2 X 2 1/2 X 1/4) ; DIAM. 16 mm (5/8 po)
3. ON PEUT CONSTRUIRE LE MUR DE FONDATION ADDITIONNEL À L'INTÉRIEUR DU MUR DE FONDATION EXISTANT
4. LA LONGUEUR MINIMALE DES COINS ARMÉS DOIT ATTEINDRE LA PLUS GRANDE DES DEUX MESURES SUIVANTES : 1 200 mm (4 pi) OU LONGUEUR DU MUR DE CONTREVENTEMENT NÉCESSAIRE POUR LE COIN VISÉ.

Q 10

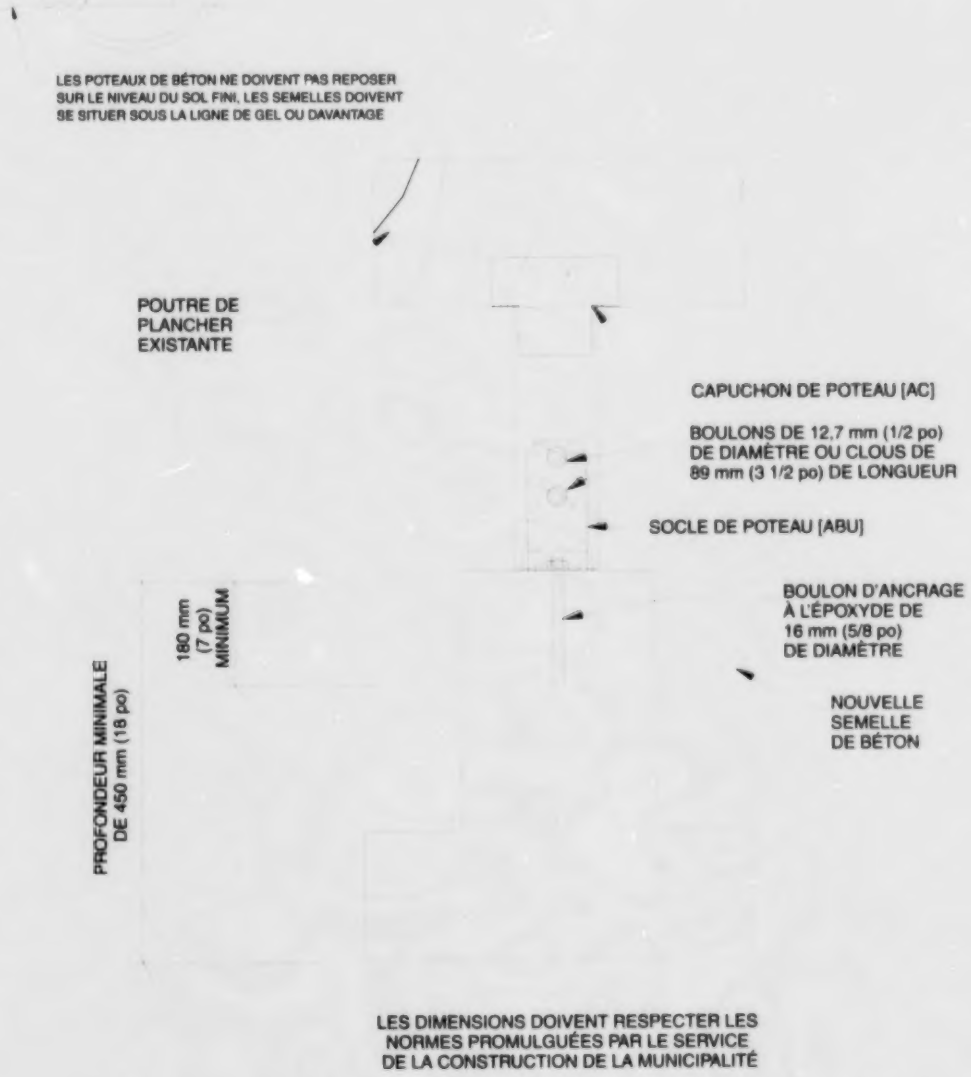
Échelle 1 : 8

RENFORCEMENT D'UN MUR DE FONDATION EXISTANT DE BÉTON

Q 11

Échelle 1 : 8

DÉTAIL DE L'ANCRAGE À LA FONDATION



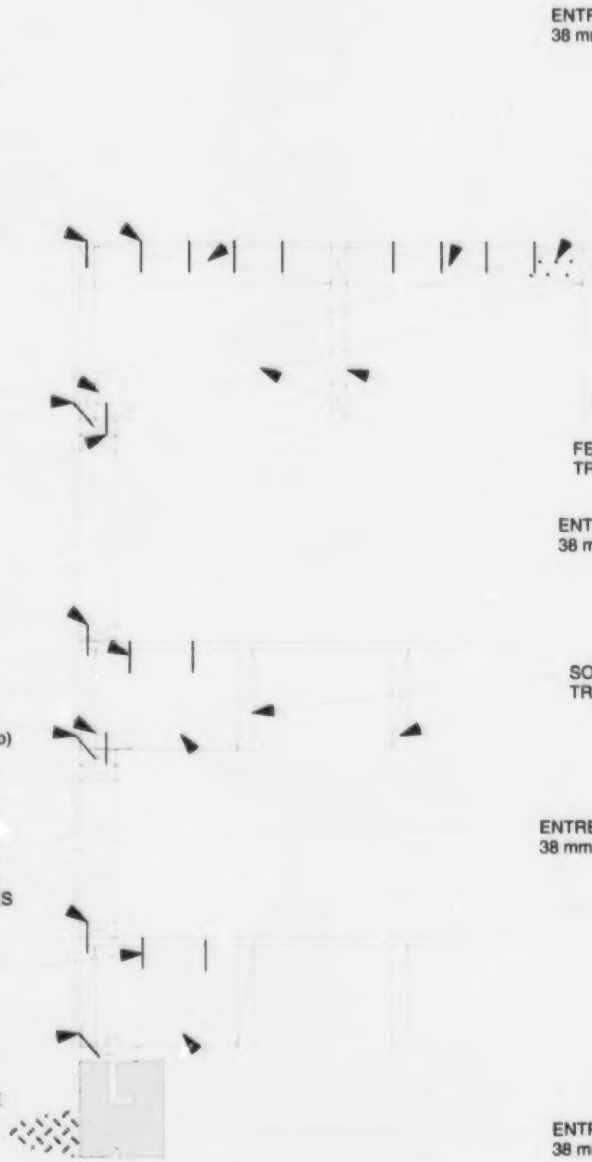
Échelle 1 : 8

Q 12

NOUVELLE SEMELLE DE BÉTON

Q
13

FIXATION MINIMALE RECOMMANDÉE DES MURS CONTREVENTÉS EXTÉRIEURS



Q
14

FIXATION MINIMALE RECOMMANDÉE DES MURS CONTREVENTÉS EXTÉRIEURS DE PIGNON

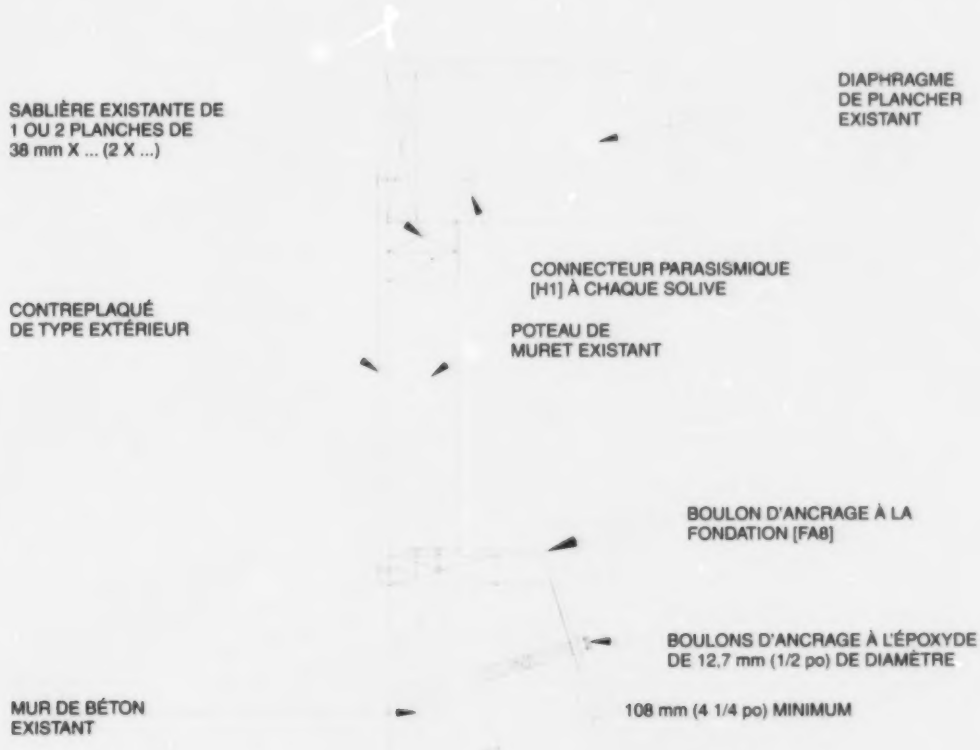
REMARQUE :

1. POUR LES DÉTAILS DU CONTREVENTEMENT DES MURETS, VOIR Q6 OU Q7.
2. RONDELLES DES BOULONS D'ANCRAGE DE LA LISSE : 50 X 50 X 5 mm (2 X 2 X 3/16) ; DIAM. 12,7 mm (1/2 po)
   60 X 60 X 6 mm (2 1/2 X 2 1/2 X 1/4) ; DIAM. 16 mm (5/8 po)

Échelle 1 : 8

Q
15

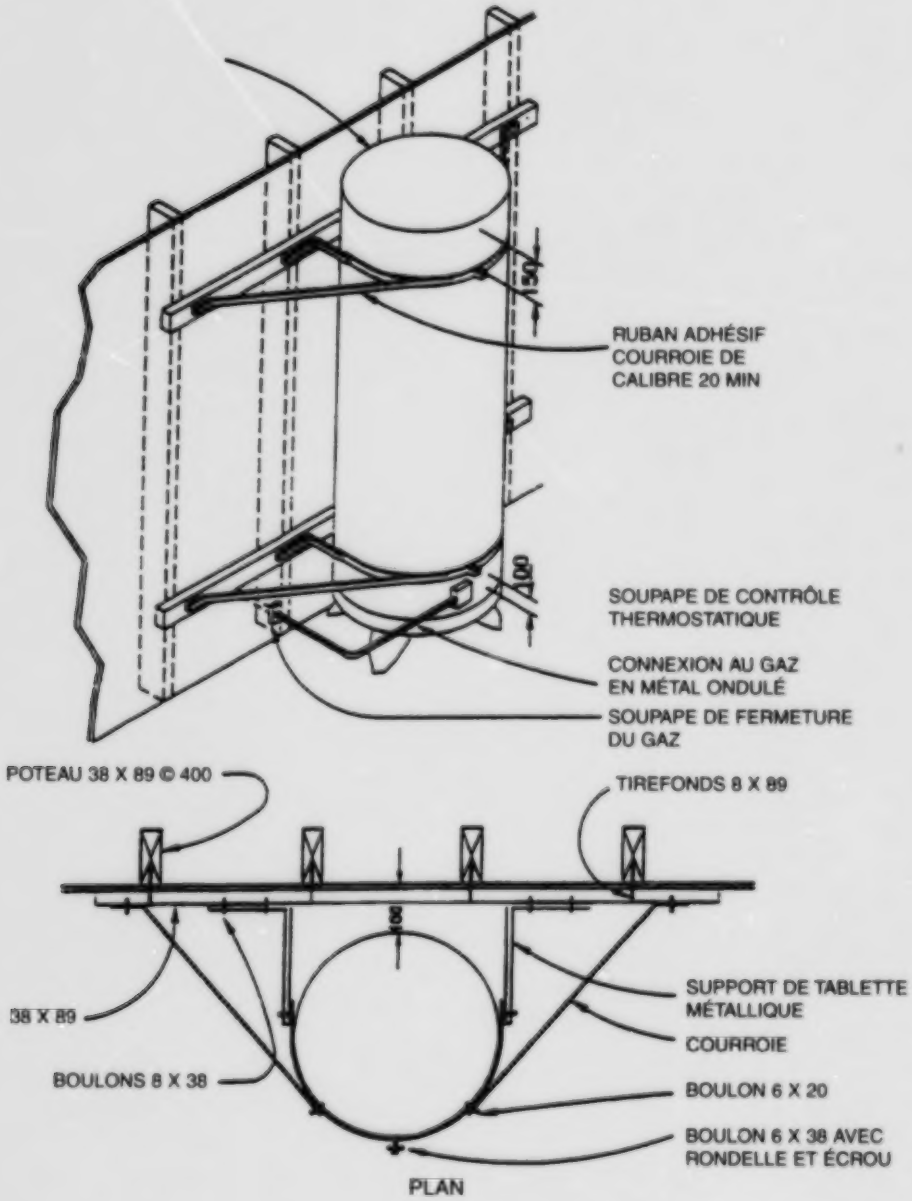
NOUVELLE FONDATION DE BÉTON



Échelle 1 : 8

Q
16

DÉTAIL D'UNE SEMELLE EN FORME DE TRAPÈZE



Q
17

DÉTAIL DE LA FIXATION D'UN CHAUFFE-EAU

DIRECTIVES DE FIXATION DES RÉSERVOIRS D'EAU

1 FIXATION DU RÉSERVOIR À UN MUR :

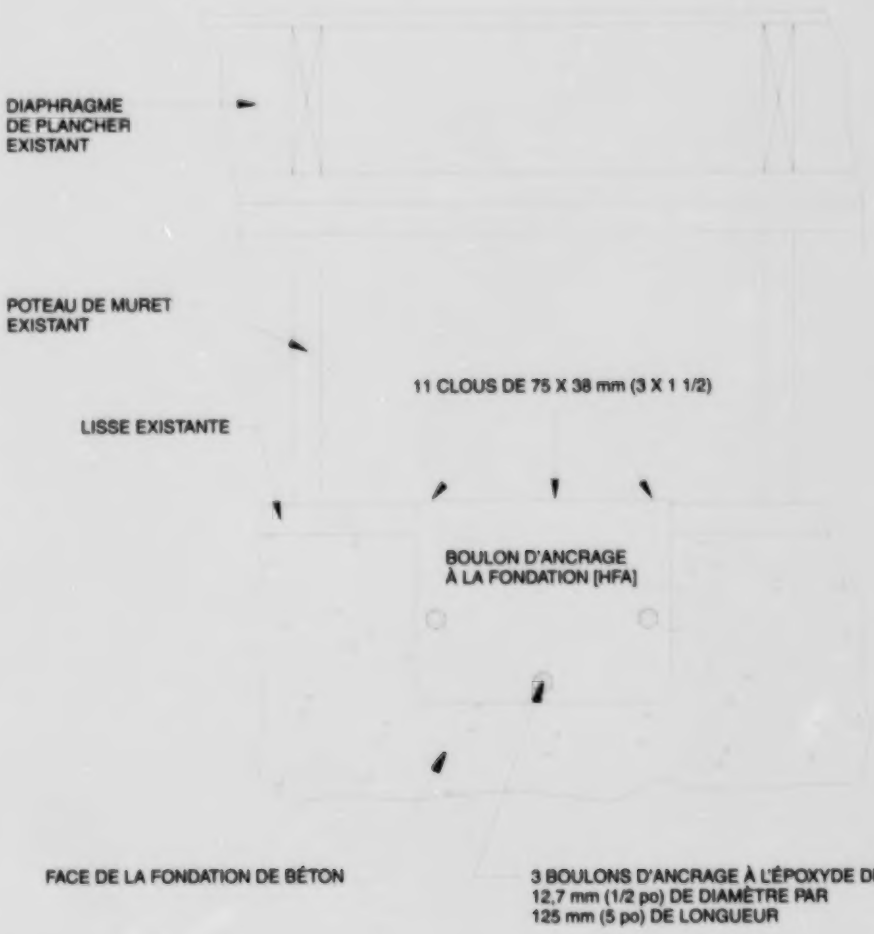
- UTILISER AU MOINS 2 BANDES MÉTALLIQUES, UNE À ENVIRON 150 mm (6 po) DU SOMMET ET L'AUTRE À ENVIRON 450 mm (18 po) DE LA BASE DU RÉSERVOIR.
- PLACER LE RÉSERVOIR PRÈS DU MUR.
- DES AJUSTEMENTS PEUVENT ÊTRE NÉCESSAIRES POUR ÉVITER LES RACCORDS D'EAU, DE GAZ OU D'ÉLECTRICITÉ.
- SI LA CHARPENTE DU MUR DE FIXATION EST EN BOIS, SITUER LES POTEAUX DES DEUX CÔTÉS DU RÉSERVOIR. PERCER LE PAREMENT ET LE CENTRE DES POTEAUX DE 4 TROUS DE 5 mm (3/16 po) DE DIAMÈTRE PAR 75 mm (3 po) DE PROFONDEUR. PRENDRE LA MESURE DE LA CIRCONFÉRENCE DU RÉSERVOIR ET AJOUTER 50 mm (2 po) À CETTE MESURE.
- CETTE MESURE EST LA LONGUEUR DE CHACUNE DES 2 BANDES MÉTALLIQUES DE 40 mm (1 1/2 po) DE CALIBRE 16. PLIER LES BANDES À ANGLE DROIT ET VERS L'EXTÉRIEUR À 40 mm (1 1/2 po) DE CHAQUE EXTRÉMITÉ. AJUSTER LES BANDES AU PÉRIMÈTRE DU RÉSERVOIR.
- COUPER 4 BOUTS DE CONDUIT DE LA LONGUEUR VOULUE POUR RELIER LES TROUS PERCÉS DANS LE MUR AU MILIEU DE CHAQUE CÔTÉ DU RÉSERVOIR. CHAQUE EXTRÉMITÉ DES BOUTS DE CONDUIT DOIT ÊTRE APLATIE SUR UNE LONGUEUR D'ENVIRON 40 mm (1 1/2 po) ET PERCÉE D'UN TROU DE 10 mm (3/8 po) (8 TROUS EN TOUT). PLIER À ENVIRON 45 DEGRÉS CHAQUE EXTRÉMITÉ APLATIE DE CONDUIT. ENROULER LES BANDES AUTOUR DU RÉSERVOIR ET INSÉRER 2 BOULONS DE 8 mm (5 /16 po) PAR 32 mm (1 1/4 po) AVEC UNE RONDELLE DANS LES EXTRÉMITÉS PLIÉES DES BANDES. SERRER 2 ÉCROUS À LA MAIN. INSÉRER UN BOULON DE 8 mm (5 /16 po) PAR 32 mm (1 1/4 po) DE L'INTÉRIEUR DE CHAQUE BANDE AU MILIEU DE CHAQUE CÔTÉ DU RÉSERVOIR (4 BOULONS). INSÉRER UNE EXTRÉMITÉ DE CHAQUE BOUT DE CONDUIT DANS UN DE CES BOULONS, AJOUTER UNE RONDELLE ET UN ÉCROU ET SERRER À LA MAIN. INSÉRER UN TIREFOND DE 8 mm (5 /16 po) PAR 32 mm DANS L'EXTRÉMITÉ OPPOSÉE DE CHAQUE BOUT DE CONDUIT ET INSÉRER LES TIREFONDS DANS LES TROUS PERCÉS DANS LE MUR. POUSSER LÉGÈREMENT LES TIREFONDS DANS LES TROUS POUR COMMENCER LE SERRAGE, PUIS SERRER À L'AIDE D'UNE CLÉ. AJUSTER LES BANDES ET SERRER FERMEMENT MAIS SANS FORCER TOUS LES ÉCROUS.

2 FIXATION DU RÉSERVOIR AU PLANCHER :
SI LE PLANCHER EST UNE DALLE DE BÉTON, BIEN ALIGNER LES TROUS DU RÉSERVOIR AU TROUS DANS LA DALLE. INSTALLER UNE COQUILLE DE PLOMB DANS CHAQUE TROU DE LA DALLE ET BOULONNER LE RÉSERVOIR À LA DALLE.

3 FIXATION DU RÉSERVOIR À UN MUR DE BÉTON OU DE MAÇONNERIE :
SI LE MUR EST EN BÉTON, Y PERCER DES TROUS. INSTALLER UNE COQUILLE DE PLOMB DANS CHAQUE TROU. INSÉRER UN PITON À VIS (D'AU MOINS 6 mm [1/4 po] D'ÉPAISSEUR) DANS CHAQUE COQUILLE. CONTREVENTER LE RÉSERVOIR D'EAU À L'AIDE DE CÂBLES D'ACIER LÉGERS ENROULÉS AUTOUR DU RÉSERVOIR.

Q 17

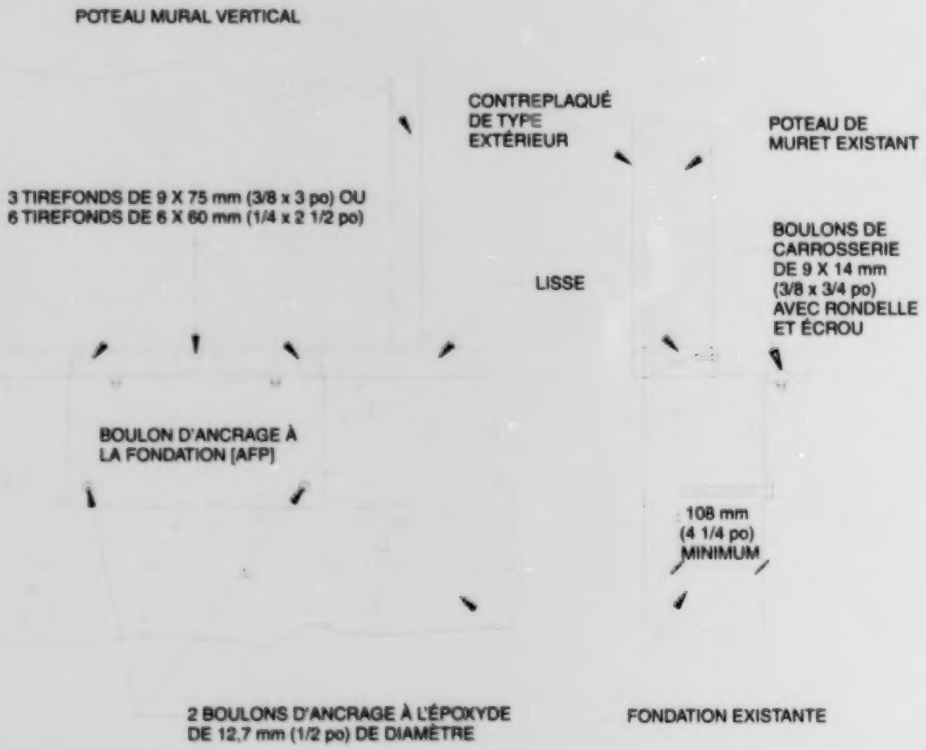
DÉTAIL DE LA FIXATION D'UN CHAUFFE-EAU



Échelle 1 : 8

Q
18

DÉTAIL D'UNE SEMELLE EN FORME DE TRAPÈZE



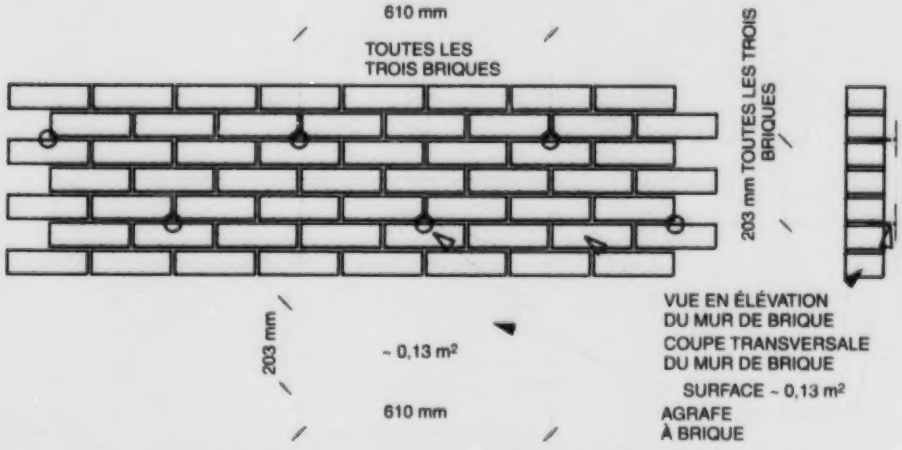
REMARQUES :

1. QUELQUES APPLICATIONS DE LA PLAQUE RÉGLABLE DE RETENUE À LA FONDATION :
   FONDATIONS PYRAMIDALES
   LISSE ENGRAVÉE OU INSTALLÉE LORS DE LA MISE EN PLACE DU BÉTON
2. BOULONS D'ANCRAGE À LA FONDATION [AFP] ESPACÉS DE 1 800 mm (6 pi) DE C. À C.
3. LES BOULONS D'ANCRAGE À LA FONDATION [AFP] TOLÈRENT UNE DIFFÉRENCE DE 60 mm (2 1/2 po) ENTRE L'ÉPAISSEUR DE LA FONDATION ET LA LARGEUR DE LA LISSE

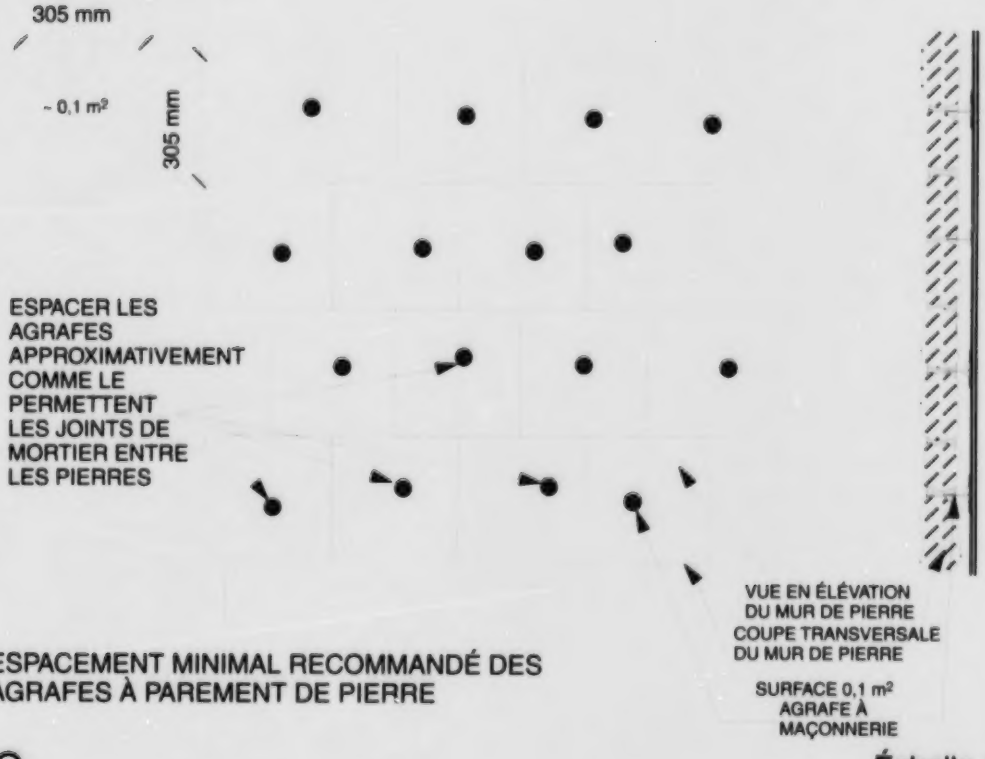
Échelle 1 : 8

Q 19

DÉTAIL D'UNE SEMELLE RECTANGULAIRE



ESPACEMENT MINIMAL RECOMMANDÉ DES AGRAFES À BRIQUE



ESPACEMENT MINIMAL RECOMMANDÉ DES AGRAFES À PAREMENT DE PIERRE

Q
20

Échelle 1:15

ESPACEMENT MINIMAL RECOMMANDÉ DES AGRAFES À PAREMENT DE BRIQUE ET DE PIERRE

Tableau C - 1 :
Dimensions comparatives des clous

LONGUEUR		Penny	Calibre	Diamètre de la tête des clous
Millimètres	pouces	(Mesure anglaise)		(mm-po)
25	1	2	15	4,4-11/64
32	1 1/4	3	A4	5,2-13/64
38	1 1/2	4	12 1/2	6,3-1/4
44	1 3/4	5	12 1/2	6,3-1/4
51	2	6	11 1/2	6,7-17/64
57	2 1/4	7	11 1/2	6,7-17/64
64	2 1/2	8	10 1/4	7,1-9/32
70	2 3/4	9	10 1/4	7,1-9/32
76	3	10	9	7,9-5/16
83	3 1/4	12	9	7,9-5/16
89	3 1/2	16	8	8,7-11/32
102	4	20	6	10,3-13/32
114	4 1/2	30	5	11,1-7/16
127	5	40	4	11,9-15/32
140	5 1/2	50	3	12,7-1/2
152	6	60	2	13,5-17/32

Tableau C - 2
Dimensions comparatives des matériaux plats et des vis

Calibre	MATÉRIAUX PLATS		VIS	
	mm	po.	mm	po.
000	9,5	375		
00	8,7	3437		
0	7,9	3125	1,5	060
1	7,1	2812	1,9	073
2	6,7	2656	2,2	086
3	6,1	2391	2,5	099
4	5,7	2242	2,8	112
5	5,3	2092	3,2	125
6	4,9	1943	3,5	138
7	4,6	1793	3,8	151
8	4,2	1644	4,2	164
9	3,8	1495	4,5	177
10	3,4	1345	4,8	190
11	3,0	1196	5,2	203
12	2,7	1046	5,5	216
13	2,3	0897		-
14	1,9	0747	6,1	242
15	1,7	0673		-
16	1,5	0598	6,8	268
17	1,4	0538		-
18	1,2	0478	7,5	294
19	1,1	0418		-
20	0,9	0359	8,1	320
21	0,8	0329		-
22	0,76	0299		-
23	0,68	0269		-
24	0,60	0239	9,4	372
25	0,53	0209		-
26	0,45	0179		-
27	0,42	0164		-
28	0,38	0149		-
29	0,34	0135		-
30	0,30	0120	11,4	450

ANNEXE D

SOURCES DE SERVICES ET DE PRODUITS PARASISMIQUES

ANNEXE D
SOURCES DE SERVICES ET DE PRODUITS PARASISMIQUES

Les entreprises suivantes vendent des produits parasismiques. Cette liste n'est nullement exhaustive. Elle ne présente que les sources de produits qu'ont dénichées les auteurs au cours de leur recherche. L'inclusion d'une entreprise dans cette liste n'implique aucune garantie. Ni les auteurs ni la SCHL n'ont reçu de compensation ou autres privilèges pour avoir fait figurer une entreprise sur cette liste.

Tableau D - 1 :
Liste des entreprises

ENTREPRISE ET CONTACT	PRODUITS ET SERVICES OFFERTS
BC Gas Utility Ltd. 4180 Lougheed Highway Burnaby (C.-B.) Tél. : 604 293-8722 Téléc. : 604 293-8763 Contact : Greg Bennett Coordonateur des mesures d'urgence	
Braidner Survival Kits (1990) Ltd. 101-1001 W. Broadway Unit 340 Vancouver (C.-B.) V6H 4E4 Tél. : 604 254-0455 Téléc. : 604 254-8685 Internet : http//www.survivalkits.com Contact : Roberta Niemann	• Trousses de survie en cas de séisme
Courage Distributing Inc. Siège social : 44-2170 Dunwin Dr. Mississauga (Ontario) L5L 5M8 Tél. : 905 607-4950 Téléc. : 905 607-4954 Bureau de Vancouver : 170-2560 Simpson Road Richmond (C.-B.) V6X 2P9 Tél. : 604 278-5058 Num. sans frais : 1 800 268-7243 Téléc. : 604 278-5069 Contact : James Milligan	• Films plastiques pour le vitrage
DUR-O-WALL Inc. Siège social et bureau des ventes : 3115 North Wilke Road, Suite A Arlington Heights, IL 60004 Tél. : 847 577-6400 Téléc. : 847 577-6418 Ventes et soutien technnique : Num. sans frais : 1 800 323-0090 Canada **DUR-O-WALL, Ltd.** 1750 Bonhill Road Mississauga (Ontario) L5T 1C8 Tél. : 905 670-4470 Téléc. : 905 670-4474	• Boulons pour stabiliser les murs souples à la maçonnerie • Boulons de remplacement pour stabiliser la façade à la maçonnerie • Boulons d'ancrage parasismique de maçonnerie et systèmes de renfort compatibles

Steels Industrial Products Ltd Siège social : 15050 - 54A Avenue Surrey (C.-B.) V3S 8E7 Tél. : 604 576-3111 Téléc. : 604 576-0111 Contact : Don Unwin ; tél. : 694 291-7321	
Earthquake Preparedness Society 7981 168th Ave. N.E. Redmond, Washington 98052 Tél. : 206 556-0911 Téléc. : 206 556-0734 Contact : Vaughan Mason, directeur	• Distributeur d'un vaste éventail de trousses d'urgence en cas de séisme, de livres, de vidéocassettes, de dispositifs sanitaires et d'alimentation en eau, de denrées, de matériel de lutte contre les incendies, etc.
Fine Arts Conservation Laboratories P.O. Box 23557 Santa Barbara, California 93121 Tél. : 805 564-3438 Contact : Scott M. Haskins, restaurateur	• Restauration d'œuvres d'art endommagées par un séisme
First Aid & Survival Technologiess (F.A.S.T.) 1687 Cliveden Ave. W. Delta (C.-B.) V3M 6V5 Tél. : 604 540-8300 Téléc. : 604 540-8301 Contact : Ingrid Mravunac	• Fabricant d'un vaste éventail de trousses d'urgence en cas de séisme pour les lieux de travail, les édifices à bureaux, l'école et la maison. Les trousses sont élaborées conjointement avec B.C. Hydro.
Fours Seasons Window Films Inc. 73-3031 Williams Road Richmond (C.-B.) V7E 4E9 Tél. : 604 272-1910 Contact : Stewart W. Beebe	• Films plastiques pour le vitrage
Commission géologique du Canada Programme canadien de séismologie des tremblements de terre Est du Canada : 1 Observatory Crescent Ottawa (Ontario) K1A 0Y3 Tél. : 613 995-5548 (anglais) Tél. : 613 995-0600 (français) Téléc. : 613 992-8836 Ouest du Canada : 9860 West Saanich Road Sidney (C.-B.) V8L 4B2 Tél. : 604 363-6450 Téléc. : 604 363-6565 ou Vente de cartes et de publications : 101-605 Robson St. Vancouver (C.-B.) V6B 5J3 Tél. : 604 666-0271 Internet : http//www.seismo.nrcan.gc.ca	• Exploite le Réseau sismographique national canadien • Surveille l'activité sismique • Publie la Carte de l'activité séismique canadienne • Publie des faits géologiques et des dépliants d'intérêt général • Publie des documents sur le Programme national canadien d'étude des tremblements de terre • Calcule le péril sismique d'un terrain contre rémunération (60 $, taxes en sus)
International Hazard Response Systems Inc. Champlain Mall, P.O. Box 42014 3200 East 54th Ave. Vancouver (C.-B.) V5S 4R5 Tél. : 604 322-8798 Num. sans frais : 1 888 776-8228 Téléc. : 604 322-9182 Contact : Ken D.B. Lee, vice-président des opérations	• Produits et trousses d'urgence en cas de séisme

Mennonite Central Committee 31414 Marshall Road, P.O. Box 2460 Abbotsford (C.-B.) V2T 4X3 Tél. : 604 850-6208 Téléc. : 604 850-2634 Contact : Kewal Uppa	• Assemblage de trousses d'urgence en cas de séisme dans un cadre non lucratif
Safe Pak 1638 Kebet Way Port Coquitlam (C.-B.) V3C 5M5 Tél. : 604 942-8830 Num. sans frais : 1 800 665-7233 Téléc. : 1 800 663-8666 Contact : Liesa Hoodekoff, représentante des ventes	• Produits d'urgence en cas de séisme
Seismic Safety Products Inc. 432 Olds Station Road Wenatchee, Washington 98801 Tél. : 509 664-1990 Num. sans frais : 1 800 948-3782 Téléc. : 509 663-7811 Contact : Ed Fields, directeur des ventes	• Distributeur de la *Northridge Valve*, soupape ingénieuse d'arrêt de l'alimentation en gaz
Shake & Quake Fasteners Ltd 839-164 Street Surrey (C.-B.) V4A 4Y4 Tél. : 604 536- 0733 Téléc. : 604 536-3491 Contact : W.P. Koehler	• Dispositifs de fixation des meubles
Simpson Strong-Tie Company Inc. 1450 Doolittle Drive San Leandro, California 94577 Tél. : 1 800 999-5099 ou 510 562-7775 Téléc. : 510 632-8925 Contact : Reinhard Pekarek	• Gamme complète de connecteurs métalliques parasismiques pour la construction domiciliaire en stock dans bon nombre de grands magasins de plomberie ou de quincaillerie et sur commande dans les petits magasins.
TerraFirm Inc. 3970 West 17th Avenue Vancouver (C.-B.) V6S 1A5 Tél./Téléc. : 604 224-3369 Courrier élec. : terrafirm@mindlink.bc.ca Contact : Jay Lewis, président	• Spécialiste en protection des familles et des maisons contre les séismes. Fournit et installe du matériel de fixation des appareils ménagers et du mobilier, du film plastique pour le vitrage et du matériel de survie. Expert-conseil en planification d'urgence et en reconception de structures.
La Société canadienne de la Croix-Rouge **Services de promotion de la santé** Fraser Pacific Region Tél. : 604 879-7551 Téléc. : 604 872-7126 Contact : Theresa On, adjointe au programme, ou Barry Growe, coordonateur du programme	• Programmes de protection civile et planification post-sinistre
U.S. Army Corps of Engineers **Earthquake Preparedness Center of Expertise** 333 Market St. San Francisco, California 94105-2195 Tél. : 415 977-8334 Contact : Richard Cook	• Publications et protection civile contre les séismes

Westcoast Seismic Protection Co. 439 McLean Drive Vancouver (C.-B.) V5L 3M5 Tél. : 604 255-0140 Téléc. : 604 255-1054 Contact : John O'Sullivan	• Soupape de fermeture de l'alimentation en gaz
Worksafe Technologies Représentant de la côte du Pacifique : Counter Quake Services Inc. 1279 Tattersall Drive Victoria (C.-B.) V8P 1Z5 Tél. : 604 383-4400 Téléc. : 604 381-1295 Contact : Robert Laundry Siège social : 25133 Avenue Tibbitts, Bldg. F Valencia, California 91355 Tél. : 805 257-2527 Téléc. : 805 257-2547 Contact : Don Hubbard, président	• Services et produits de protection environnementale et sismique touchant surtout des produits de fixation du contenu pour en empêcher le mouvement en cas de séisme.
WPS Emergency Planning P.O. Box 638 Fort Langly (C.-B.) V1M 2S1 Tél. : 604 888-6460 Téléc. : 604 888-7127 Contact : Bob Ingram, directeur du marketing	• Plans d'urgence

ANNEXE E

CONSEILS SUR LES RAPPORTS AVEC LES ENTREPRENEURS

ANNEXE E
CONSEILS SUR LES RAPPORTS AVEC LES ENTREPRENEURS

Les commentaires qui suivent reposent sur l'expérience des auteurs.

QUESTIONS ENTOURANT LA DÉCISION DE FAIRE DES RÉPARATIONS

- Ne vous hâtez pas, peu importe la gravité des réparations. En prenant un peu plus de temps et en étant plus attentif à ce stade, vous économiserez de l'argent.
- N'oubliez pas que les travaux de réparation et de rénovation domiciliaire offrent de bonnes occasions aux entrepreneurs sans scrupules.
- Ne vous laissez pas rouler par des vendeurs itinérants qui vous proposent de réparer ou de rénover votre maison sur-le-champ tout en exigeant un acompte en espèces.

CHOIX D'UN ENTREPRENEUR

- Ne retenez pas les services du premier entrepreneur qui se présente.
- Si une personne affirme représenter un entrepreneur, communiquez avec ce dernier et demandez-lui si cette personne est autorisée à le représenter.
- Si trois types de travaux ou plus doivent être exécutés, il vaut probablement mieux faire appel à un entrepreneur général.
- Retenez que vous laisserez l'entrepreneur entrez chez vous durant plusieurs semaines ou mois. Cherchez un entrepreneur dont la présence prolongée chez vous et autour de votre maison ne vous incommodera pas.
- Obtenez au moins trois soumissions et demandez aux entrepreneurs de vous mentionner comme référence des travaux qu'ils ont exécutés dans les environs.

VÉRIFICATION DE LA QUALIFICATION DES ENTREPRENEURS

- Vous devez, même pour les plus petits travaux, demander une preuve que l'entrepreneur détient un permis d'exploitation et un permis d'exercer dans le domaine visé par les travaux.
- Communiquez avec la commission de la sécurité du travail pour vous assurer que l'entrepreneur est inscrit à cette commission et que son dossier est en règle, c'est-à-dire qu'il a payé les cotisations nécessaires.
- Demandez à l'entrepreneur de vous fournir le nom de ses assureurs et communiquez avec ces derniers pour vérifier si l'entrepreneur détient une assurance responsabilité et une protection contre les dommages matériels.
- Demandez à l'entrepreneur qu'il vous montre son permis d'exploitation et son numéro de TPS. Demandez-lui de vous montrer une autre pièce d'identité pour que vous sachiez à qui vous avez affaire.
- Communiquez avec les personnes dont se recommande l'entrepreneur et demandez-leur des questions qui vous aideront à savoir si l'entrepreneur répondra à vos besoins. Cette manière de procéder est longue, mais elle vous permet d'économiser de l'argent et d'éviter des problèmes à long terme. Puisqu'il est peu probable que vous puissiez retenir des sommes dues à l'entrepreneur au cours de la période de garantie (généralement un an après l'achèvement des travaux), donnez-vous la peine de vérifier s'il honore ses garanties, s'il corrige les défauts détectés au terme des travaux, etc.

SIGNATURE D'UN MARCHÉ ET VERSEMENTS

- Ne payez pas en espèces, attendez l'achèvement des étapes pour effectuer les versements qui y sont rattachés et n'acquittez jamais en un seul versement les travaux avant

leur commencement. Le versement d'un acompte peut s'avérer pertinent, surtout s'il s'agit de travaux mineurs confiés à un petit entrepreneur, pour lui permettre d'acheter les fournitures et les matériaux nécessaires.

- Si le marché prévoit des travaux payés à l'heure, vérifiez tous les jours le degré d'avancement des travaux et tenez un registre quotidien simple dans lequel vous notez les travaux exécutés chaque jour, le nombre et le type de travailleurs impliqués, etc. Si vous êtes insatisfait de l'avancement des travaux, parlez-en immédiatement à l'entrepreneur.
- Exigez un contrat écrit et ne le signez pas tant que vous n'en comprendrez pas toutes les modalités. Retenez que tout ce qui est écrit dans le contrat devrait être exécuté. Méfiez-vous des ententes verbales, elles ne vous garantissent pas que vous obtiendrez ce qui n'a pas été écrit. Indiquez au contrat tout ce qui a été convenu : travaux à exécuter, date de début et de fin des travaux, matériaux à utiliser, garanties de l'entrepreneur, coûts et modalités de paiement. Précisez qu'il incombe à l'entrepreneur d'obtenir tous les permis et la levée des privilèges accordés aux sous-traitants et aux fournisseurs de matériaux. Ne signez que le contrat intégral et conservez-en une copie.
- L'Association canadienne des constructeurs d'habitations en Colombie-Britannique vend pour quelques dollars des formules standard de contrat et de devis. Exigez de l'entrepreneur qu'il utilise ces formules, car il est facile de biffer les clauses non pertinentes.

INSPECTION DES TRAVAUX

- Assurez-vous que l'entrepreneur a obtenu les permis de construire avant qu'il n'entame les travaux. Il faut également obtenir un permis de construire pour la plupart des travaux de rénovation et des permis particuliers pour des travaux d'électricité, de plomberie, d'installations au gaz et d'installations mécaniques et d'extincteurs automatiques. Obtenez une copie de tous ces permis. L'entrepreneur aura intérêt à conserver, sur le chantier et dans une enveloppe de plastique transparent suspendue (un sac à congélation fera l'affaire), une copie de ces permis et les dessins approuvés par la municipalité.
- Vérifiez tous les jours l'avancement des travaux. Prenez des photographies des travaux en cours, et plus particulièrement des éléments qui seront couverts (plomberie et électricité brutes, charpente, isolation, etc.). Ces photographies constitueront sans doute la seule preuve du plan de récolement.
- Assurez-vous que l'entrepreneur exige toutes les inspections municipales requises, qui comprennent habituellement des inspections avant le recouvrement de travaux et une inspection finale au terme des travaux.
- Au terme des travaux, réalisez votre propre inspection détaillée. Les inspecteurs municipaux se préoccupent rarement des détails de finition et de qualité. Si vous êtes insatisfait de la qualité de l'exécution, exprimez-le sans détours. Si les travaux ne sont pas parachevés et les lacunes corrigées à votre satisfaction, retenez deux fois plus d'argent que l'estime l'entrepreneur pour corriger le problème jusqu'à ce que vous soyez satisfait (cette somme prévoit le coût que présente le recours à un autre entrepreneur au cas où le premier se défilerait et est également une pratique normale dans les travaux de grande envergure).
- Outre les sommes que présentent les travaux correctifs, retenez 10 p. 100 du coût total des travaux pendant 41 jours après l'achèvement des travaux (période autorisée en Colombie-Britannique, consultez le service de la construction de votre municipalité pour connaître la période applicable dans votre province ou territoire). Indiquez sur votre calendrier quand tombe ce 41e jour et communiquez avec le bureau d'enregistrement de votre localité ce jour-là pour vérifier si des privilèges ont été revendiqués. Un privilège est une charge grevant la propriété, charge dont l'enregistrement peut être demandé par un entrepreneur, un ouvrier ou un fournisseur alléguant qu'on leur doit des sommes. Il est facile de faire enregistrer un privilège, et vous devrez peut-être avoir recours à la justice pour faire radier un privilège que vous jugez injustifié. Avant de pouvoir céder (vendre) une

propriété, vous devez obtenir la quittance des privilèges qui la grève. Ne versez pas la retenue de 10 p. 100 tant que vous n'avez pas obtenu la quittances des privilèges soit par l'entrepreneur, par le fait qu'il acquitte ses factures, ou par vous ou l'avocat qui négocie en votre nom le règlement du différend, selon le cas.

CAUTIONS ET GARANTIES

- La plupart des contrats prévoient un an de garantie au cours duquel l'entrepreneur est tenu de corriger tout défaut indécelable au terme des travaux, dont la fissuration de cloisons sèches, les dommages dus au tassement, les fuites et les produits défectueux. Si vous détectez de tels défauts, communiquez immédiatement avec le contractant (et non avec le sous-traitant ou l'ouvrier), expliquez-lui le problème et assurez-vous qu'il s'engage à réparer ou à remplacer ce qui fait problème.
- Si l'entrepreneur refuse d'honorer la garantie, tentez tout d'abord de le convaincre du contraire et, si nécessaire, prévenez-le que vous signalerez son inaction au service de la construction de votre municipalité et aux autorités qui délivrent les permis. Si l'entrepreneur s'entête malgré ces menaces, avisez-le par envoi recommandé accompagné d'une carte AR que vous lui accordez cinq jours ouvrables pour honorer sa garantie, sans quoi vous ferez appel à un autre entrepreneur et demanderez réparation devant les tribunaux. Si cette mesure échoue et que vous ne doutez pas de la légitimité de votre demande, confiez les réparations à un autre entrepreneur et attendez-vous à devoir comparaître à une cour des petites créances pour recouvrer les pertes subies. Avant d'intenter des poursuites, il serait sage de demander à un tiers, par exemple un architecte, d'examiner le problème et les contrats et de vous indiquer la meilleure façon de corriger les défauts et vos chances d'obtenir gain de cause.
- La première année, de petits défauts surgissent presque toujours, le plus fréquent étant l'apparition de petites fissures dans les cloisons sèches par suite du séchage de l'ossature de bois. Si les défauts observés sont mineurs et que vous souhaitez en confier la réparation à l'entrepreneur, attendez au onzième mois de la garantie avant de communiquer avec ce dernier pour lui décrire les défauts et fixer une date à laquelle il se chargera d'effectuer les réparations nécessaires. Les bons entrepreneurs se rendent sur place pour examiner les problèmes, préciser ceux qu'ils régleront et déterminer les réparations qu'ils effectueront à l'instant même ou fixer un rendez-vous pour apporter les correctifs nécessaires.

ANNEXE F

ÉTUDE DE CAS

ANNEXE F
ÉTUDE DE CAS

Pour aider le lecteur à évaluer une maison en particulier, nous avons réalisé une étude de cas d'une maison ayant besoin d'amélioration parasismique.

La maison à l'étude se situe à Vancouver, Colombie-Britannique (zone sismique 4), sur un terrain urbain typique de 10 m x 36 m (33 pi x 120 pi). Elle compte deux étages et un sous-sol et présente bon nombre des problèmes soulignés dans le *Guide*.

- Problèmes d'emplacement par rapport aux services et aux maisons voisines ;
- Muret au sous-sol qui n'est ni contreventé ni ancré aux fondations de béton non armées ;
- Désalignement de la plupart des murs intérieurs d'étages contigus ;
- Vieux foyer et cheminée de maçonnerie qui dépasse d'environ 3 m le toit, d'où un risque élevé d'effondrement ;
- Parements intérieurs de plâtre ;
- Chauffe-eau et fournaise au gaz autostables, tous deux alimentés par des raccords rigides et branchés à une cheminée de maçonnerie non armée située au centre de la maison ;
- Terrasse arrière reposant sur de vieux poteaux suspects sans étais.

Comme nous le recommandons dans le *Guide*, l'évaluation a été réalisée comme suit :

- Nous avons inspecté la maison à l'aide des listes de vérification A à D ; l'Annexe F renferme les parties remplies pertinentes de ces listes.
- Nous avons dessiné les plans d'étages et les vues en élévation de la maison dans les grandes lignes et pris des photographies pour mieux exposer l'état des éléments de la maison.
- Nous avons élaboré, à l'aide des formulaires que renferme l'Annexe I, un résumé des risques et un plan directeur d'amélioration parasismique.

Prenez note que des mesures anglaises ont été utilisées, car celles-ci décrivent plus exactement les matériaux utilisés dans la construction de la maison en 1939.

INSPECTION DE LA MAISON

Comme le montre la Figure F-1 ci-dessous, l'étage principal de la maison, construite en 1939, se situe à environ 1,4 m (4,5 pi) au-dessus du sol fini. Le terrain, plutôt plat, se trouve dans un quartier bien drainé et est qualifié par les autorités municipales comme un terrain présentant d'excellentes caractéristiques : sous-sol compact, graveleux et limoneux supporté par du rock.

La façade de la maison (côté nord) est encadrée de deux maisons plus basses.

Figure F - 1 :
Façade de la maison à l'étude

L'arrière de la maison comporte une récente terrasse du style de l'époque et reliée à l'étage principal. Le débord de toit surmontant la porte-fenêtre témoigne des restes d'un porche arrière. À gauche de la porte-fenêtre, la cuisine fait saillie d'environ 0,6 m (2 pi) par rapport aux murs supérieur et inférieur.

Figure F - 2 :
Élévation arrière (côté ruelle) de la maison à l'étude

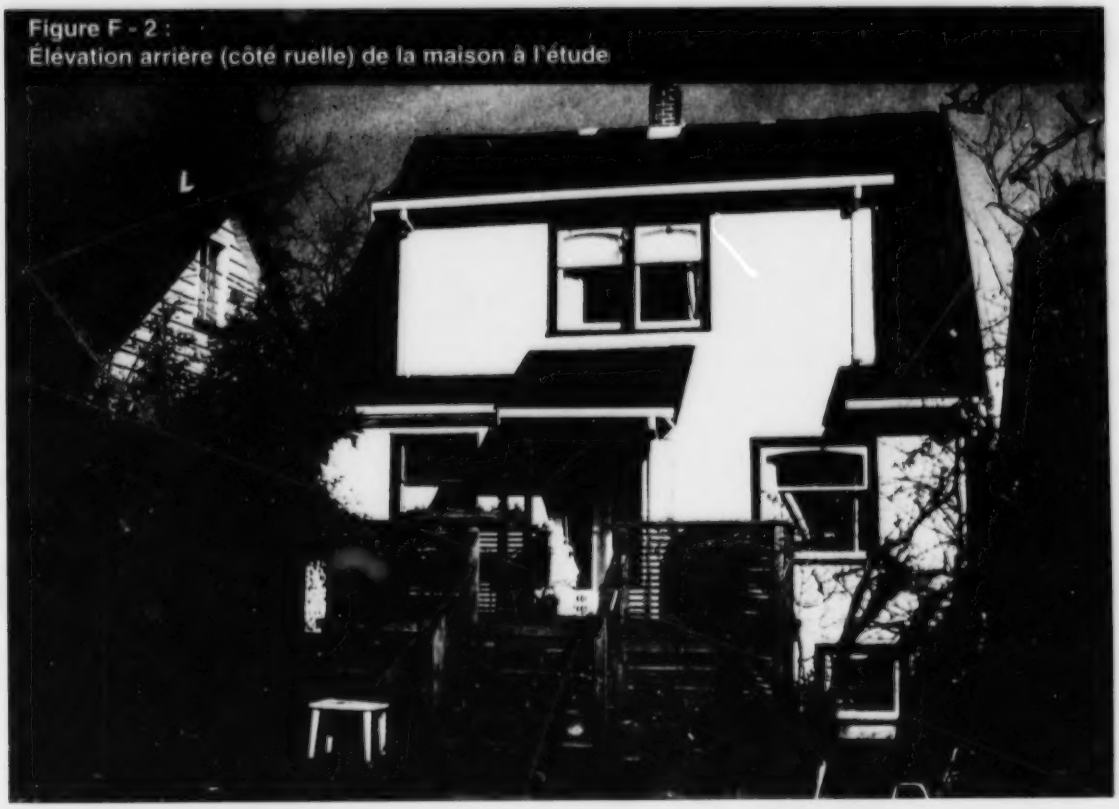
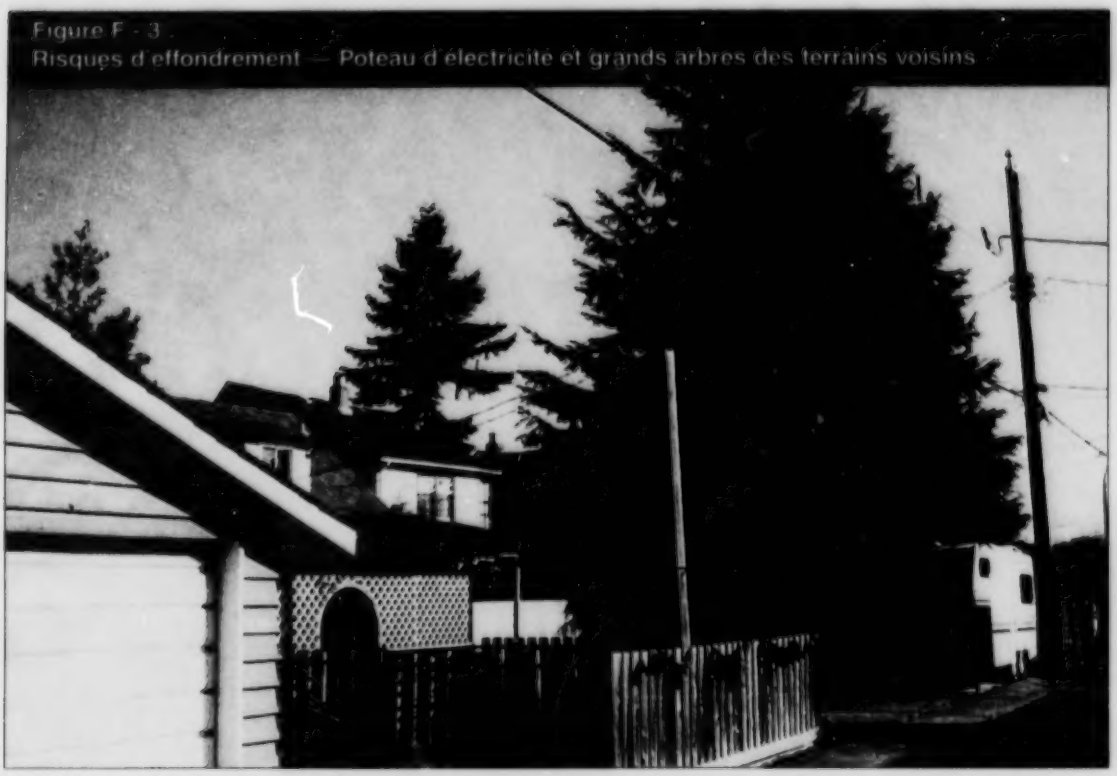


Figure F - 3
Risques d'effondrement — Poteau d'électricité et grands arbres des terrains voisins



EXAMEN DE LA PROPRIÉTÉ IMMOBILIÈRE

À l'aide de la liste de vérification A, nous avons analysé et documenté l'état de la propriété immobilière.

Un poteau d'électricité ainsi que trois grands arbres dans la cour arrière du voisin pourraient s'effondrer sur la maison à l'étude. Ce danger laisse à penser que l'arrière de la propriété ne devrait pas être envisagé comme voie d'issue de secours.

La propriété comporte également un vieux garage donnant sur la ruelle, lequel pourrait aussi s'effondrer au cours d'un séisme et bloquer la voie d'issue de secours en direction de la ruelle.

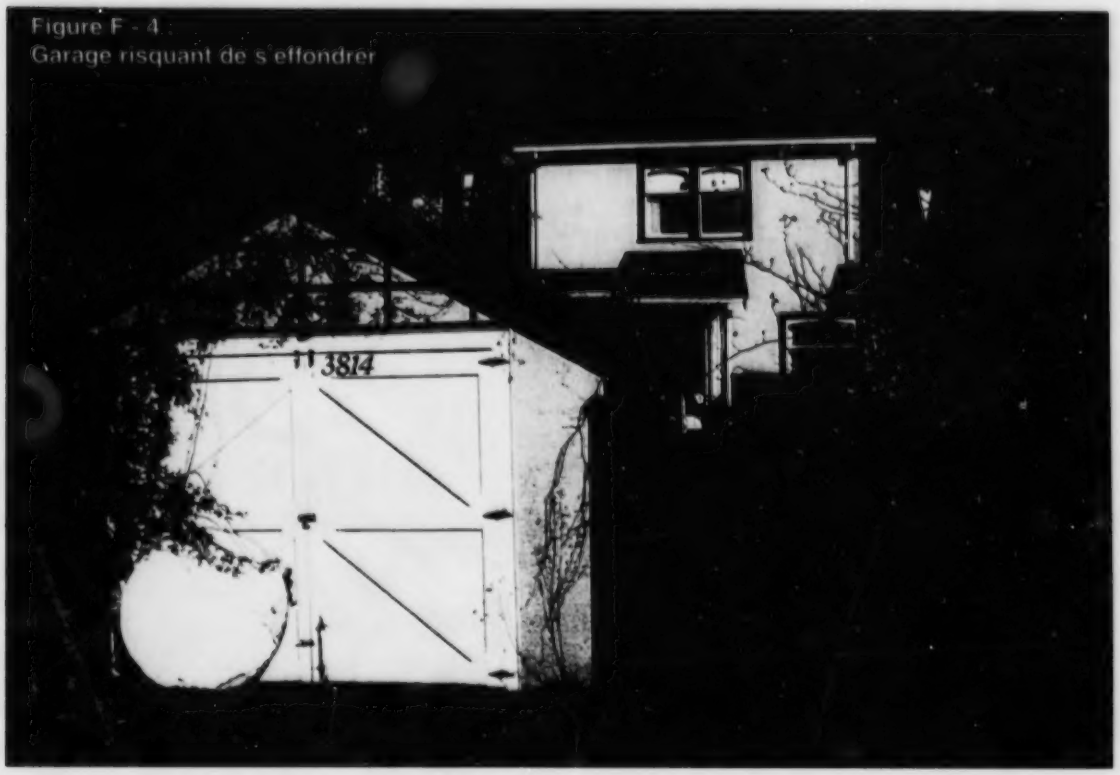


Figure F - 4 :
Garage risquant de s'effondrer

La maison est assez proche des maisons voisines, ce qui est typique des maisons de l'époque. La distance les séparant est d'environ 1,8 m (6 pi), ce qui entraîne au moins deux dangers.

Figure F - 5:
Cheminee voisine risquant de s effondrer

Premièrement, la vieille cheminée de maçonnerie de la maison voisine située côté ouest s'affaissera probablement en cas de séisme, endommagent peut-être la maison à l'étude. Cette cheminée se trouve à proximité de l'entrée avant de la maison à l'étude, ce qui appuie la thèse selon laquelle on ne doit pas sortir de sa maison au cours d'un séisme.

Figure F - 6 :
Risque d'effondrement : cheminée de maçonnerie du côté est (gauche) de la maison à l'étude

Par ailleurs, la cheminée de maçonnerie de la maison à l'étude du côté est risque de s'effondrer soit sur la maison à l'étude, soit sur la maison voisine à l'est.

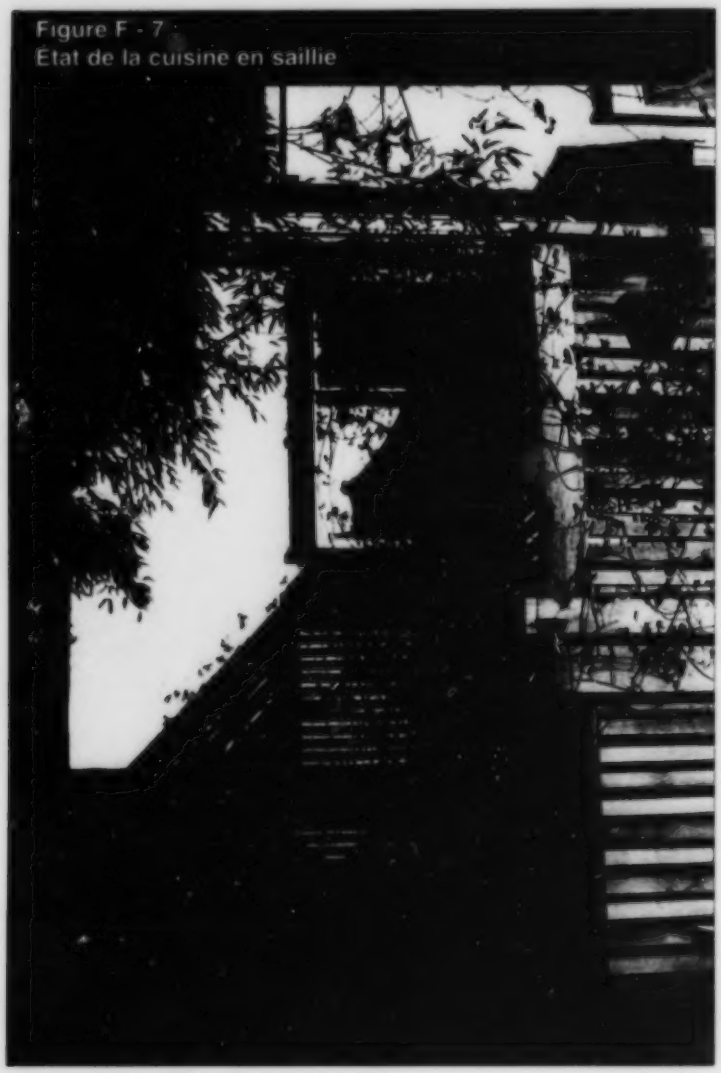


Figure F - 7 :
État de la cuisine en saillie

EXAMEN DE L'EXTÉRIEUR DE LA MAISON

En examinant plus à fond l'extérieur de la maison à l'aide de la liste de vérification, nous avons remarqué ce qui suit :

Si la maison est un simple cube en assez bon état, la partie de la cuisine qui fait saillie comporte un toit sans débord pourvu d'une rive quelque peu tachée par l'eau, ce qui laisse supposer une infiltration d'eau pouvant affaiblir la charpente. De plus, la saillie interrompt le transfert des efforts du bâtiment aux fondations, ce qui accroît cette faiblesse.

Figure F - 8 :
Murs d'extrémité des lucarnes non appuyés sur des murs porteurs

De même, les murs d'extrémité des lucarnes arrière et avant reposent sur des solives de plancher et non directement sur les murs porteurs.

Ce problème peut se révéler plus grave dans la maison à l'étude que dans d'autres maisons, car les lucarnes sont larges, chacune faisant la largeur totale d'une chambre et d'un placard. Par contre, ces lucarnes ayant été construites en même temps que la maison risquent d'être de meilleure qualité que si elles avaient été ajoutées par un bricoleur.

Figure F - 9 :
Parement extérieur : Stucco et bardeaux de bitume

Le parement extérieur n'est pas en mauvais état : stucco sur les murs et bardeaux de bitume sur le toit. Le stucco, composé d'un ciment lourd et de pierres appliqués par dessus un revêtement horizontal de planches, remonte à l'origine de la maison. Il résiste sans doute peu au cisaillement, mais il ne présentera pas un grave danger en cas de séisme.

Les bardeaux de bitume imposent des charges moins lourdes au toit que les tuiles de terre cuite. Heureusement, les toits des maisons voisines sont aussi parés de bardeaux de bitume.

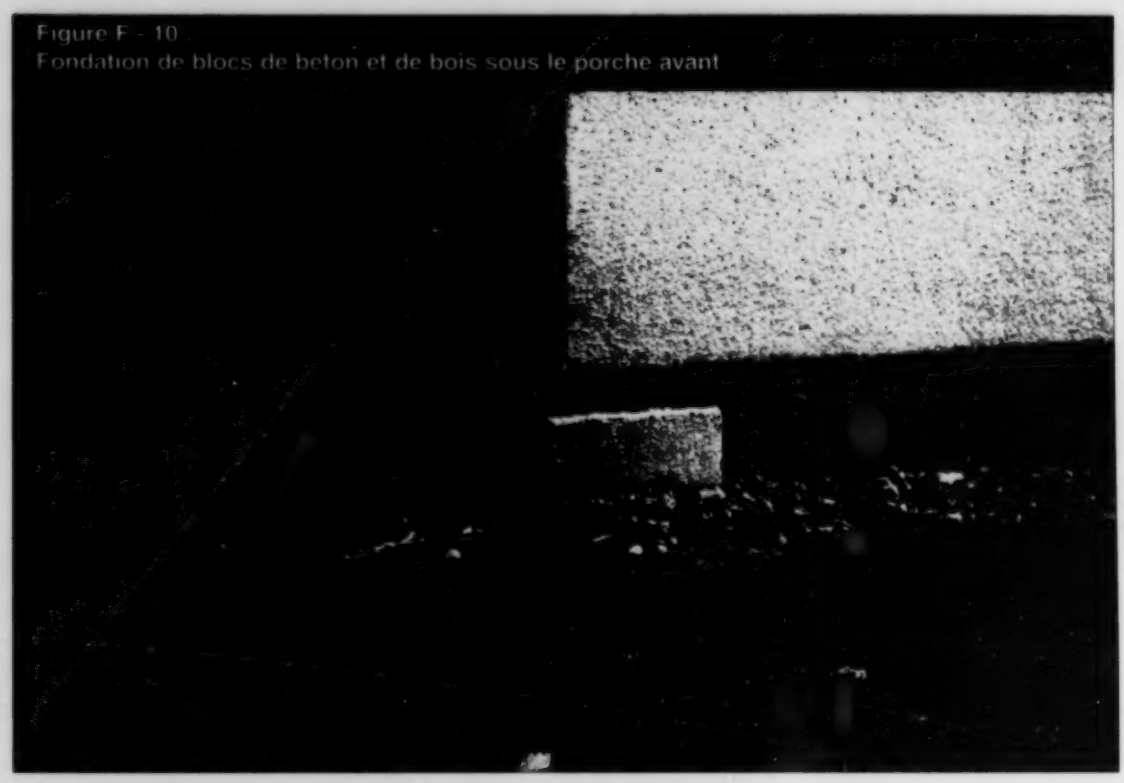


Figure F - 10
Fondation de blocs de beton et de bois sous le porche avant

Toutes les entrées et sorties de la maison à l'étude posent un problème. Le porche de l'entrée principale semble assez solide, mais il repose sur une construction de bois s'appuyant sur des blocs de béton.

Figure F - 11
Fissures dans les marches de l'entrée avant

En fait, le porche s'est légèrement affaissé, d'où les fissures des marches menant au niveau du sol fini, lesquelles sont faites de béton non armé auquel on a laissé les coffrages de bois.

Figure F - 12 :
Fondation sur poteaux sous la terrasse de l'entree arriere

L'entrée arrière ou sortie de secours arrière donne sur une terrasse soutenue en partie par des poteaux de béton et en partie par des poteaux de maçonnerie s'appuyant sur le sous-sol. Les poteaux de bois en 4 x 4 reposent directement sur le béton et sont tout simplement cloués de biais à ce dernier.

La terrasse même est faite de planches de cèdre traité sous pression de 2 x 4 reposant sur des solives de pruche-sapin traité sous pression de 2 x 8. Les poteaux ne sont pas reliés par des étais croisés.

Figure F - 13 :
Danger d'effondrement de la cheminée — remarquez le parement de stucco sous le debord de toit

Dernier péril mais non le moindre, la maison comporte deux cheminées de brique, une au centre pour le chauffe-eau et la chaudière, l'autre au coin nord-est pour un foyer décoratif dans la salle de séjour.

La cheminée centrale est entourée d'une construction de bois, sauf au sous-sol et pour les deux ou trois derniers pieds de son sommet au-dessus du faîte du toit ; son effondrement ne présente probablement pas de grave danger. La cheminée située au périmètre de la maison, elle, est dangereuse. Sous le débord de toit, elle a été renforcée par l'ajout de stucco d'origine, mais cette mesure peut avoir aggravé le risque d'un effondrement de la partie de toit au-dessus.

Figure F - 14
Connexion du muret a la fondation — remarquez l absence de boulons d ancrage et la presence d un lit de mortier contre la lisse

EXAMEN DE L'INTÉRIEUR DE LA MAISON

Fondation

En examinant l'état de la maison près de la porte arrière du sous-sol, nous avons remarqué la présence de semelles de fondation, qui doivent probablement longer tout le périmètre de la maison. Néanmoins, ni les semelles ni les fondations d'une maison de cet âge-là ne sont armées.

D'après notre examen de diverses portions exposées de la fondation, cette dernière est en assez bon état, ne s'effrite pas et est exempte de fissures et d'écaillage.

Les murs extérieurs du sous-sol sont en fait composés de demi-murs de fondation de 8 po d'épaisseur surmontés de murets de bois. Au centre du sous-sol se trouve un mur composé de poteaux intermédiaires entre deux poteaux de bois de 6 x 6 qui supportent une poutre de bois, elle-même supportant une cloison à l'étage au-dessus. Les poteaux sont en bon état, mais aucun connecteur métallique n'est fixé à leurs extrémités qui, nous l'espérons, sont au moins clouées à la structure.

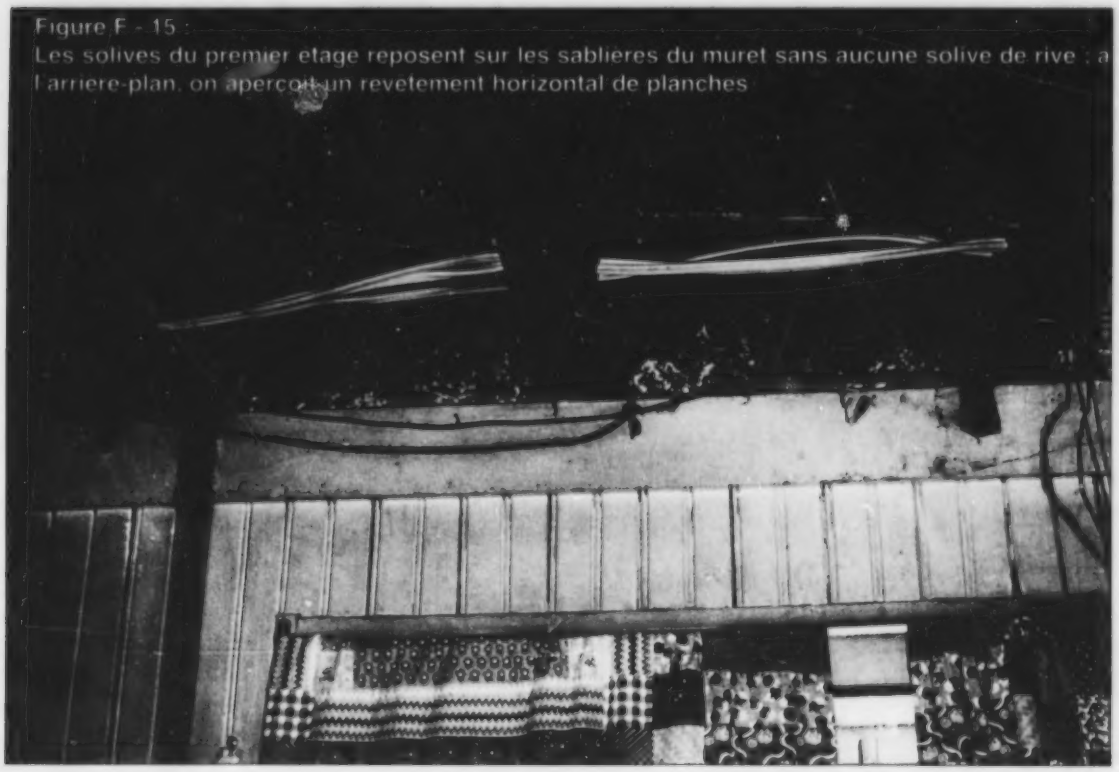


Figure F - 15 :
Les solives du premier etage reposent sur les sablieres du muret sans aucune solive de rive ; a l'arriere-plan, on apercoit un revetement horizontal de planches

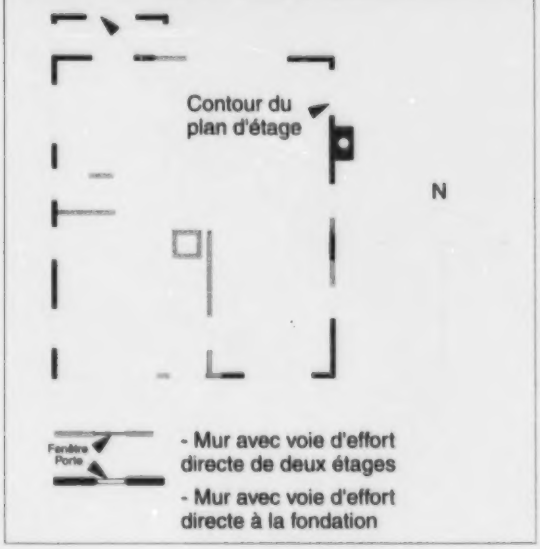
Connexions de l'ossature de bois à la fondation

Les poteaux du muret reposent sur une lisse de 2 x 4 non ancrée à la fondation. Un lit de mortier d'environ 1/2 po d'épaisseur a été appliqué contre la partie intérieure de la lisse, apparemment pour immobiliser cette dernière !

Il s'agit probablement d'une charpente à claire-voie, méthode courante de charpentage à l'époque. Néanmoins, nous ne pourrions le confirmer qu'en démolissant des murs des étages supérieurs.

Nous pouvons toutefois affirmer qu'il n'y a aucune solive de rive continue au périmètre du premier étage. La Figure F-15 montre clairement qu'un revêtement de planches horizontales se trouve là où devrait être une solive de rive.

Figure F - 16 :
Voies d'effort composees de la maison a l'etude



Murs porteurs des étages supérieurs

Pour évaluer l'état des étages supérieurs, nous avons tracé des plans d'étage et des vues simples en élévation de la maison d'après les mesures prises sur place.

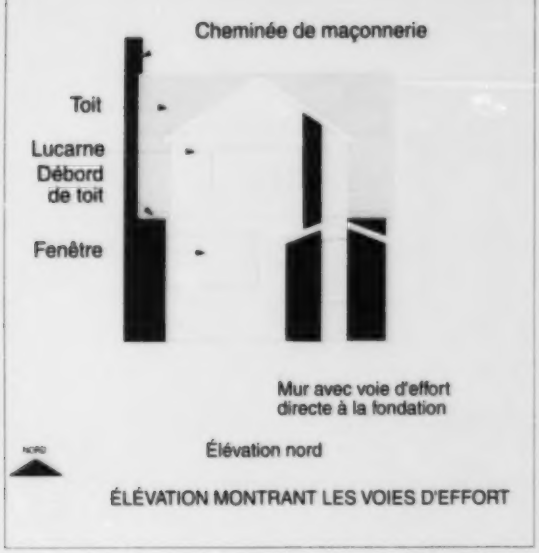
Nous avons dessiné les murs transférant directement les charges du débord de toit à la fondation en noir et les autres en gris. L'absence de lignes indique les ouvertures pratiquées dans les murs pour les portes et les fenêtres, car ces ouvertures interrompent le transfert des efforts. À la mesure de la largeur de chaque ouverture, nous avons ajouté 50 mm (2 po) pour tenir compte de l'espace probable entre le bord de l'ouverture et la charpente cachée dans le mur adjacent à l'ouverture. C'est pourquoi une porte de 760 mm (30 po) est dessinée comme une ouverture de 860 mm (34 po) et une fenêtre dont la largeur du cadre mesure 900 mm (36 po) est dessinée comme une ouverture de 1 000 mm (40 po).

Dans les vues en élévation, nous avons tracé les fenêtres de façon très élémentaire pour plus de facilité. À l'instar des plans, nous avons dessiné en noir les parties de mur portant des charges sans interruption depuis le débord de toit jusqu'à la fondation, parties où l'ajout d'un contreventement s'avère le plus indiqué.

Vous trouverez à la fin de l'annexe les plans et les vues en élévation.

La Figure F-16 montre les voies d'effort composées que produit la superposition de tous les plans d'étage.

Figure F - 17 :
Vue en élévation nord (rue) montrant les voies d'effort



ÉLÉVATION MONTRANT LES VOIES D'EFFORT

Essentiellement, les possibilités de contreventement se limitent à certaines parties des murs du périmètre et à quelques petites parties des cloisons intérieures.

Les possibilités de contreventement sont indiquées sur la vue en élévation nord (rue) illustrée à la Figure F-17.

Contenu de la maison

Le contenu de la maison est assez typique, tout comme les problèmes qu'il présente. On y trouve quelques meubles hauts risquant de basculer et quelques livres et objets d'art risquant de tomber. La fournaise et le chauffe-eau sont autostables et peuvent aussi tomber, d'où un risque d'incendie par suite d'une fuite de gaz et le risque d'un déversement de l'eau du chauffe-eau, ce qui constitue un problème de taille à la suite d'un séisme.

Évaluation sommaire des risques

La formule d'évaluation sommaire des risques de l'Annexe I offre un moyen pratique d'organiser le contenu des listes de vérification de manière à dresser un plan d'amélioration parasismique. Nous avons supprimé de la formule toutes les rubriques superflues afin de produire la version abrégée suivante :

PLAN DIRECTEUR D'AMÉLIORATION PARASISMIQUE **PROPRIÉTÉ**

Description	Remarques	Risque			Quantité	Article estimatif	Coût
		1	2	3			
DANGERS HORS DU TERRAIN							
De l'infrastructure : raccordement au service de gaz	Rupture possible		x		1	soupape de sécurité	500 $
Poteau d'électricité, contre la ruelle	Effondrement possible ; éviter ce passage comme voie d'issue de secours après un séisme.			x			
De l'aménagement paysager : Arbres des terrains voisins	Effondrement possible sur la voie d'issue de secours arrière et sur la maison — essayer de convaincre les voisins d'élaguer les arbres pour atténuer le risque ; éviter l'arrière comme voie d'issue de secours.		x				
Des structures voisines : Cheminée de la maison voisine	Effondrement possible sur la maison ; essayer de convaincre les voisins de renforcer ou de supprimer leur cheminée.			x			
DANGERS SUR LE TERRAIN							
Des bâtiments annexes : Effondrement probable du garage	Aucune mesure à prendre, si ce n'est d'éviter ce passage comme voie d'issue de secours.	x					
	COÛT ESTIMATIF TOTAL DE L'AMÉLIORATION DE LA PROPRIÉTÉ	x					**500 $**

Si le propriétaire n'exerce aucun contrôle sur la plupart des dangers se trouvant à l'extérieur de sa maison, un modeste investissement devrait prévenir le déclenchement d'un incendie de gaz naturel suite à un séisme.

PLAN DIRECTEUR D'AMÉLIORATION PARASISMIQUE — EXTÉRIEUR

Description	Remarques	Risque			Quantité	Article estimatif	Coût
		1	2	3			
GÉNÉRALITÉS							
Cheminées : Les cheminées de maçonnerie pourraient s'effondrer	Remplacer la partie de la cheminée surmontant le toit par une cheminée métallique isolée contreventée à la toiture à l'aide de tiges métalliques (et non de câbles)			x	1	Démolition Cheminée isolée	500 $ 1 500 $
MATÉRIAUX							
Porches, terrasses et vérandas : Les porches avant et arrière pourraient s'effondrer	1. Porche avant : murs contreventés ; excavation jusque sous la fondation, remplacer la fondation par du béton armé	x			1 20 pi 150 pi² 4 4	Excavation Nouvelle fondation Contreplaqué pour murs Connecteurs de retenue Boulons d'ancrage	200 $ 1 000 $ 150 $ 260 $ 100 $
	2. Porche arrière : Remplacer la semelle par des pieux de béton armé ; fixer les poteaux aux pieux et au diaphragme de la terrasse à l'aide de connecteurs métalliques ; fixer les poteaux à l'aide d'étais croisés ; relier les poteaux à la toiture à l'aide de connecteurs métalliques.	x			8 8 8 2	Pieux de béton armé de 10 po de diamètre Connecteurs de socle des poteaux Connecteurs du sommet des poteaux Panneaux contreventés en X Connecteurs métalliques	800 $ 120 $ 600 $ 400 $ 150 $
	COÛT ESTIMATIF TOTAL DE L'AMÉLIORATION DE L'EXTÉRIEUR						**5 870 $**

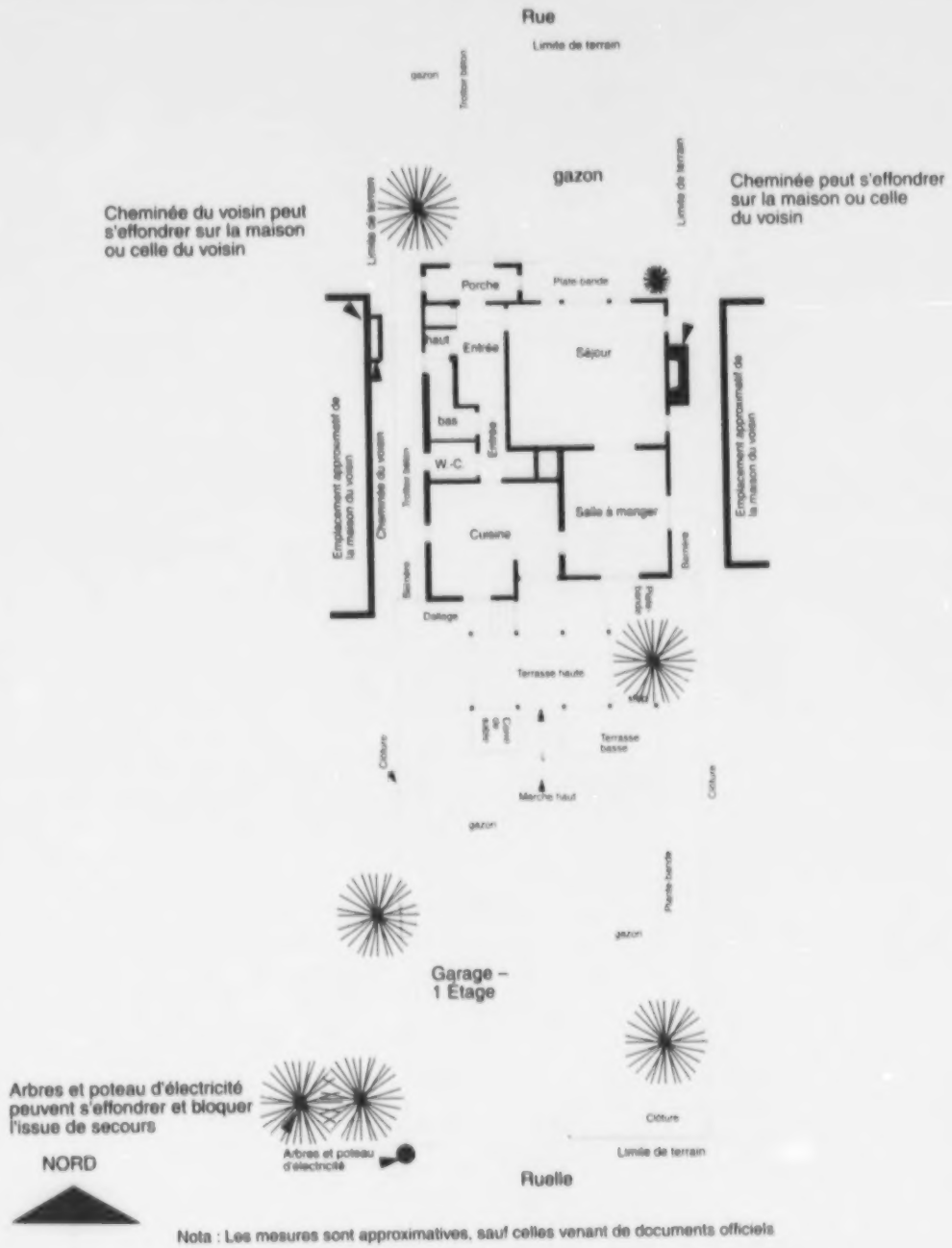
Le coût estimatif de l'amélioration parasismique de l'extérieur est très élevé. Toutefois, seule la cheminée présente un grave danger. Le reste des travaux pourrait être exécuté conjointement avec d'autres travaux de rénovation éventuels ou dans le cadre d'un programme permanent d'entretien.

Description	Remarques	Risque			Quantité	Article estimatif	Coût
		1	2	3			
INTÉRIEUR :							
Foundations non armées	Ajouter d'autres boulons d'ancrage pour mieux répartir les charges		x			voir ci-après	
Poteaux intérieurs dans le sous-sol cloués seulement, non contreventés	Fixer la base et le sommet des poteaux à l'aide de connecteurs métalliques ; remplir l'espace entre les poteaux de manière à créer un véritable mur de contreventement ; raccorder la poutre du sous-sol aux solives adjacentes à l'aide de connecteurs métalliques.		x		2 2 24 pi 4 20	Bases Capuchons Mur contreventé de poteaux et contreplaqué Boulons d'ancrage Connecteurs métalliques pour solive et poutre	300 $ 150 $ 350 $ 50 $ 100 $
Murets non contreventés	Contreventer tous les murets.		x		1 120 pi 50 pi	Démolition donnant accès à l'ossature des murets Contreplaqué 1/2 po bien cloué pour contreventer les murets Refaire les murs (gypse, isolation, pare-vapeur et peinture)	200 $ 450 $ 1 000 $
Coins : ni boulons d'ancrage ni connecteurs de retenue	Installer des boulons d'ancrage au périmètre à tous les 4 pi de c. à c. et 2 connecteurs de retenue à chaque coin.		x		28 4	Boulons d'ancrage 2 connecteurs de retenue par coin	500 $ 520 $
Connexions structurales : la vieille charpente ne révèle aucune connexion entre les étages à l'exception des clous	Installer des connecteurs de retenue à chaque coin pour relier les étages contigus ; exposer et contreventer 25 % de la charpente.		x		30 pi x 2 étages 500 pi² 12 8	Enlever le stucco Mur contreventé contreplaqué, pare-vapeur, isolation coins — connecteurs de retenue Comprend renforcer et refaire les coins du toit	500 $ 2 000 $ 1 560 $ 1 600 $
	COÛT ESTIMATIF TOTAL DE L'AMÉLIORATION DE L'INTÉRIEUR						**9 010 $**

C'est habituellement l'intérieur de la maison dont l'amélioration parasismique coûte le plus cher. Pour la maison à l'étude, un investissement de 3 350 dollars (moins si le propriétaire met la main à la pâte) solidifiera la connexion entre le bâtiment et sa fondation, les 3/4 des dommages matériels causés par un fort séisme étant attribuables à la faiblesse de cette connexion. Le reste des travaux ci-dessus vise à contreventer le toit et la charpente des murs et à renforcer leurs connexions.

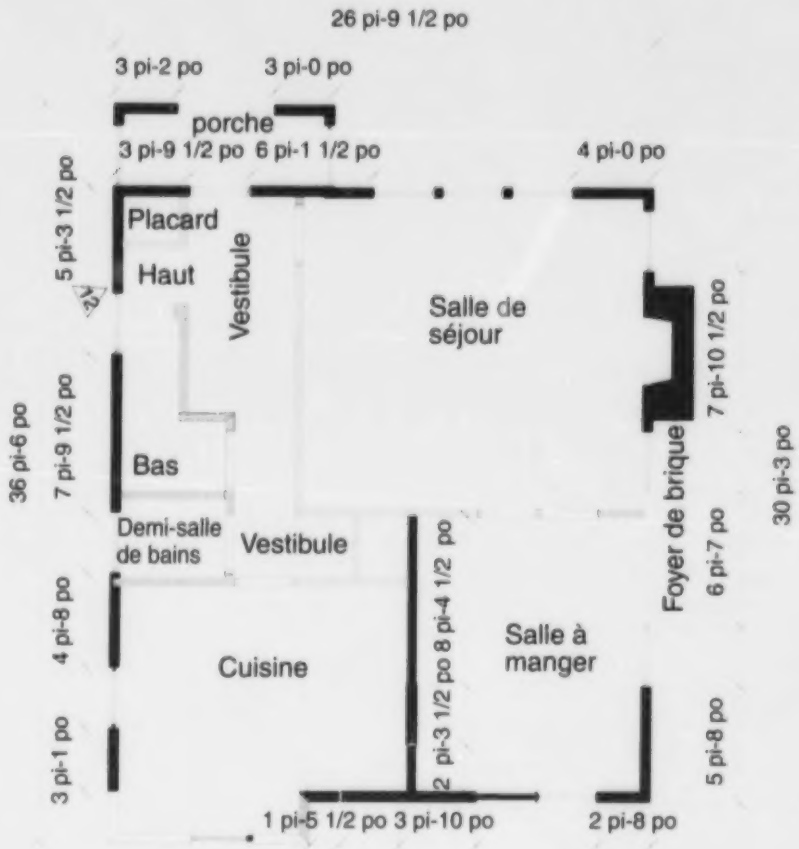
Description	Remarques	Risque			Quantité	Article estimatif	Coût
		1	2	3			
CONTENU							
Mobilier : Les meubles hauts peuvent basculer	Fixer les meubles aux murs à l'aide d'équerres.	x			12	équerres, 2 par meuble, posées par le propriétaire	60 $
Livres : Les livres peuvent tomber des étagères	Fixer les étagères pour en éviter la chute. Placer les livres lourds sur les étagères inférieures.	x					
Vaisselle et verrerie : se casseront en tombant	Installer des verrous aux armoires et aux tiroirs ; fixer les articles exposés à l'aide de bandes adhésives prévues à cette fin.	x			20 1	Verrous à armoires posés par le propriétaire Ruban adhésif	50 $ 10 $
Articles exposés : Les œuvres d'art tomberont des murs	Éloigner ces articles des lits, etc. Pour les articles légers, utiliser des crochets ; pour les articles lourds, utiliser des crochets solides fixés aux poteaux muraux.	x			15	Crochets solides posés par le propriétaire	60 $
Appareils d'éclairage : Les appareils d'éclairage au sous-sol pourraient tomber	Relier les appareils à la structure à l'aide de câbles de sécurité pour en prévenir la chute.	x			4	Câbles posés par le propriétaire	10 $
Le chauffe-eau pourrait éclater	Attacher à la structure à l'aide de bandes métalliques.	x			1	Bandes métalliques posées par un entrepreneur	75 $
La fournaise pourrait s'effondrer	Attacher à la structure à l'aide de bandes métalliques ; remplacer les raccords d'alimentation de gaz par des raccords souples.	x			1 1	Bandes métalliques posées par un entrepreneur Raccords de gaz souples	75 $ 150 $
	COÛT ESTIMATIF TOTAL DE L'AMÉLIORATION DE LA PROPRIÉTÉ						**490 $**

Pour la maison à l'étude, un investissement de 500 dollars, main-d'œuvre fournie par le propriétaire, fixera les éléments du contenu de la maison risquant d'être endommagés ou de causer des dommages par suite d'un séisme.



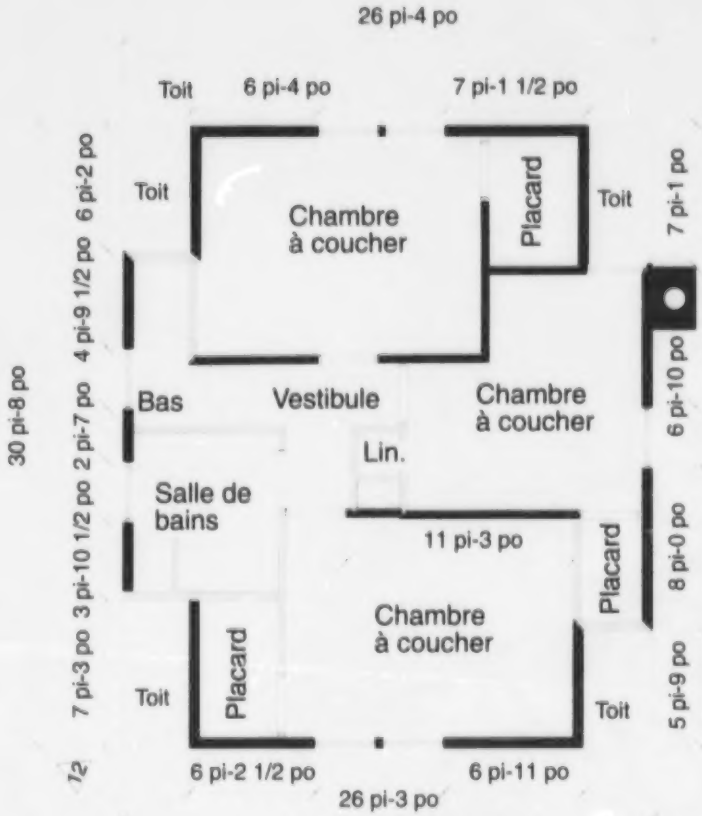
Nota : Les mesures sont approximatives, sauf celles venant de documents officiels

Plan du site Échelle :1po =16 pi Adresse : Plan Type



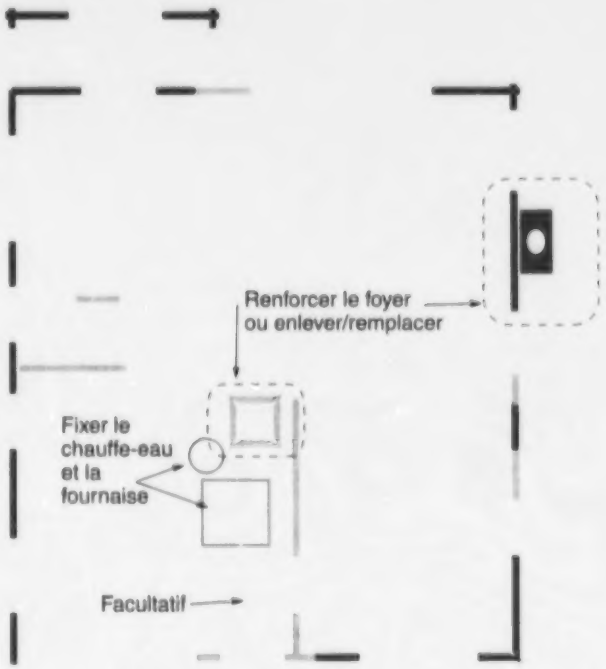
Plan de l'étage principal

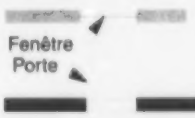
Plan du sous-sol



Plan du deuxième étage

= Murs à contreventer latéralement

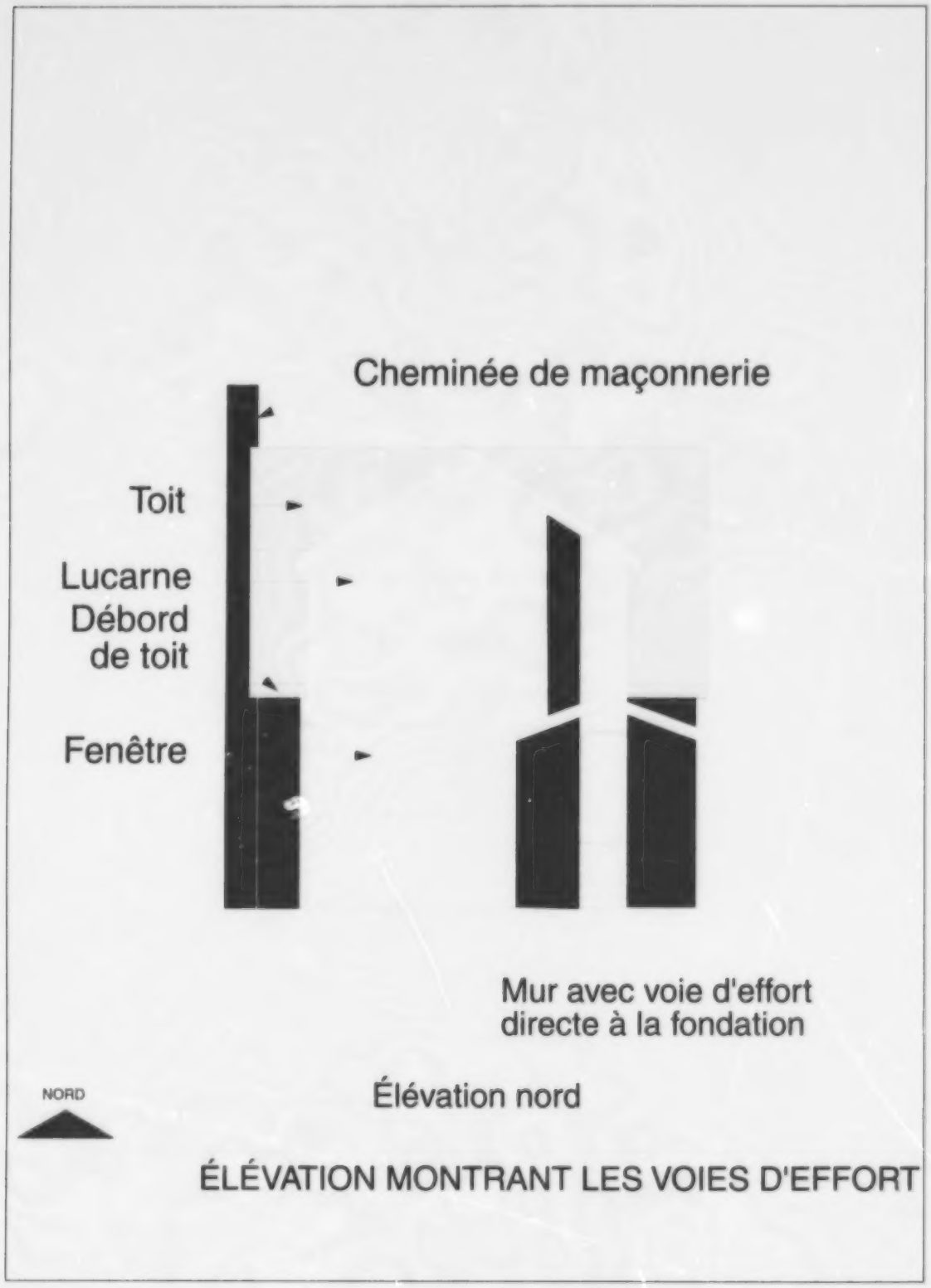




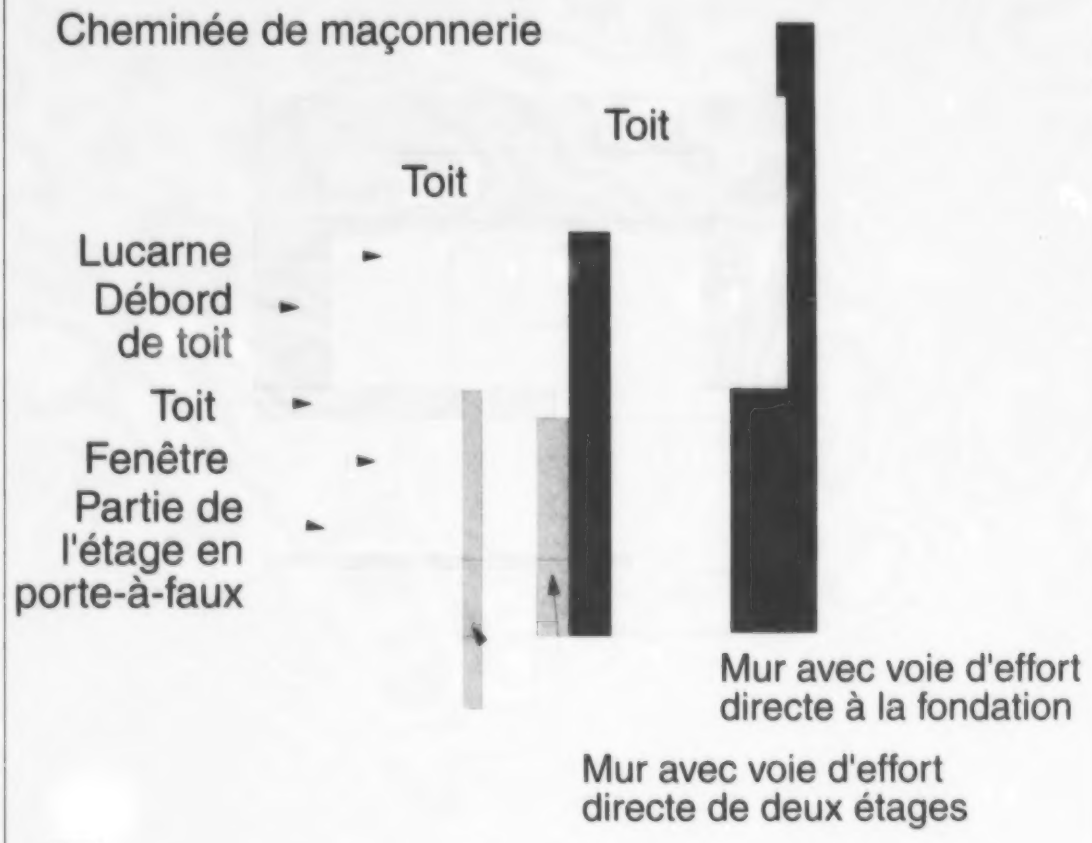
- mur avec voie d'effort directe des deux étages
- mur avec voie d'effort directe à la fondation

Plan des voies d'effort composites et résumé ou améliorations recommandées

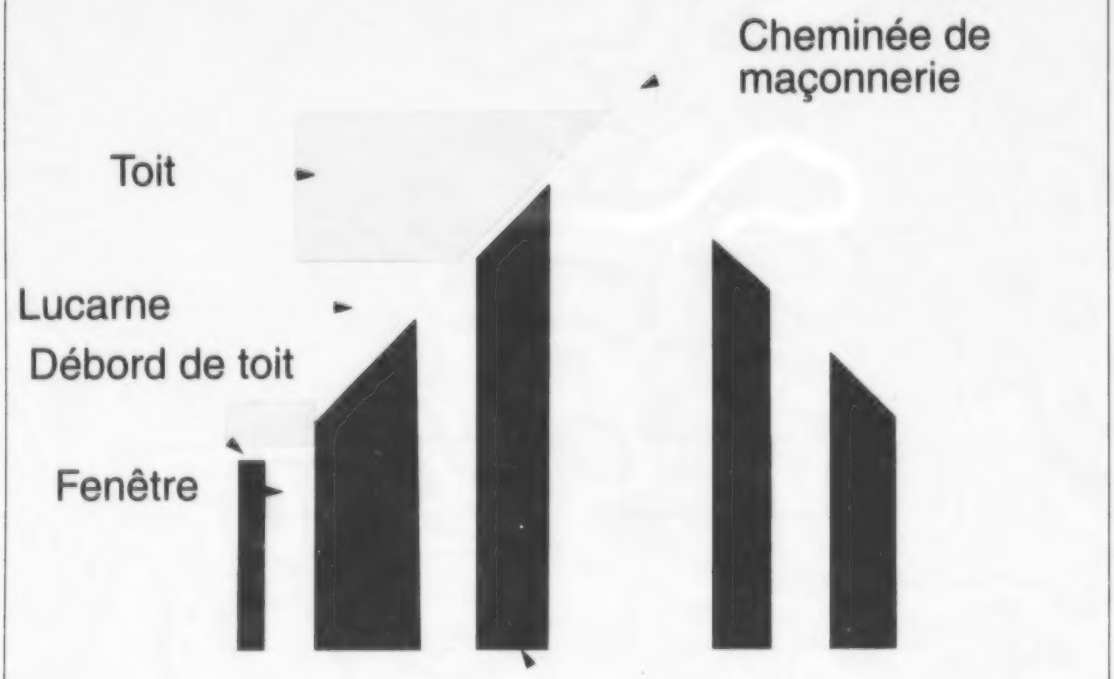
PLAN D'AMÉNAGEMENT



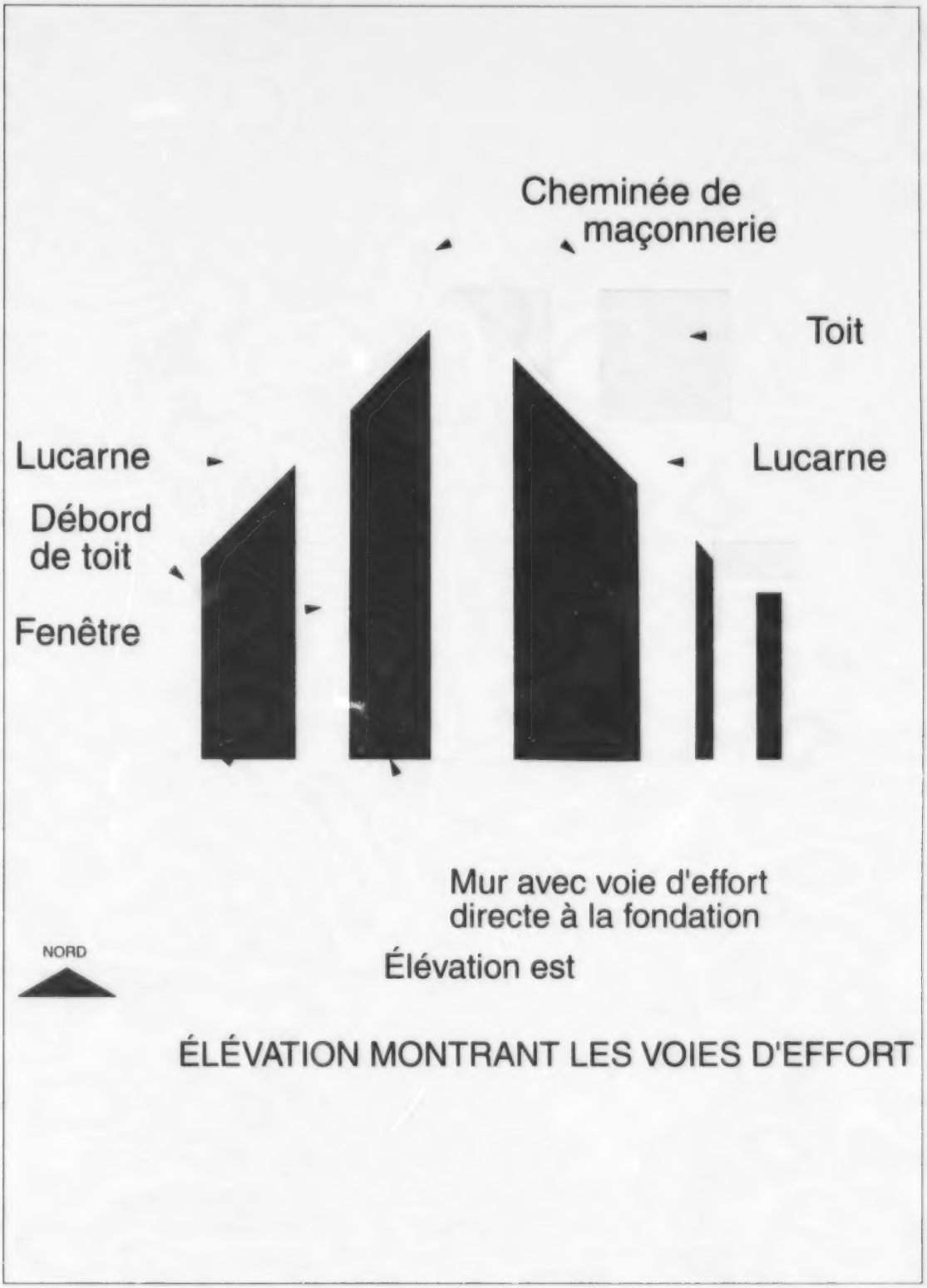
ÉLÉVATION MONTRANT LES VOIES D'EFFORT



ÉLÉVATION MONTRANT LES VOIES D'EFFORT



ÉLÉVATION MONTRANT LES VOIES D'EFFORT



ÉLÉVATION MONTRANT LES VOIES D'EFFORT

ANNEXE G

GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES

ANNEXE G
GLOSSAIRE DES TERMES TECHNIQUES

Amélioration	Ajout d'étais, de boulons d'ancrage ou autres améliorations à la structure après l'achèvement de la construction originale. Dans le *Guide*, nous employons souvent le terme « amélioration ».
Boulon d'ancrage	Tige d'acier utilisée pour relier la lisse à la fondation.
Capuchon de poteau	Utilisé pour relier un poteau de bois à une poutre.
Charpente ou mur contreventé	Agit comme un mur travaillant en cisaillement mais offre une résistance aux forces sismiques inférieur à ce dernier.
Charpente résistant au moment d'inertie	Charpente fait d'éléments perpendiculaires (aucune diagonale) qui, grâce à des connexions très rigides, résiste à la déformation.
Chevron	Élément de charpente incliné supportant une toiture inclinée.
Configuration	Dans le contexte parasismique, taille et forme d'un bâtiment incluant aussi la nature, les dimensions et l'emplacement des éléments structuraux et non structuraux qui se répercutent sur le rendement de la structure.
Connecteur d'angle et de charpente métallique	Dispositif à usages multiples utilisé pour assurer la connexion entre les poteaux, les solives et une poutre et entre la solive de rive et la lisse.
Connecteur métallique de retenue	Utilisé pour transférer les charges entre des éléments, par exemple entre des murs et des planchers ou une fondation.
Contreventement horizontal	Contreventement empêchant les éléments verticaux de la charpente ou les murs de se déformer dans le sens horizontal. Le contreventement est normalement assuré par des éléments en diagonale.
Delta	Dépôt d'alluvions émergeant à l'embouchure d'un fleuve et la divisant en bras de plus en plus ramifiés.
Diaphragme	Charpente horizontale destinée à transférer les forces sismiques aux éléments verticaux du système de résistance aux forces horizontales.
Étrier métallique à solive	Utilisé pour relier un élément de bois horizontal à un autre, comme une solive à une poutre.
Faille	Fracture de l'écorce terrestre, suivie du glissement d'une des deux lèvres (ou bord de chaque compartiment) le long de l'autre. Ligne de faille : sa trace à la surface.
Lambourde	Élément de bois porteur ancré à la fondation ou à un mur de bois.
Lisse (d'appui)	Élément de charpente reposant sur le mur de fondation en béton ou en maçonnerie et pouvant y être ancré à l'aide de boulons. Également appelée lisse sur la terre.

Lisse (patin)	Joue un rôle semblable à celui d'une lisse d'appui (à la fondation), sauf qu'elle relie l'ossature d'un mur au diaphragme de plancher sur lequel repose le mur.
Lisse sur la terre	Autre terme pour lisse d'appui.
Matériaux de finition	Matériaux intérieurs et extérieurs visibles formant la partie exposée de la construction, par exemple le tapis, la peinture et les moulures de bois.
Mur de vide sanitaire (muret)	Petit mur de bois reposant sur la fondation et soutenant le diaphragme de plancher au-dessus. Ce mur élève la maison au-dessus du niveau du sol fini et forme tantôt un vide sanitaire tantôt un prolongement du mur de fondation pour créer un sous-sol. Ce mur peut être très haut s'il se trouve en aval d'un terrain incliné.
Mur porteur	Mur soutenant des charges verticales (mur structural).
Mur travaillant en cisaillement (Mur de contreventement)	Mur conçu pour recevoir les forces horizontales des diaphragmes du toit et des planchers, les transmettre au sol par l'intermédiaire de la fondation et résister aux inversions d'efforts caractéristiques d'un séisme.
Panneau à particules orientées	Panneaux structuraux faits de copeaux de bois agglomérés à l'aide d'une colle imperméable.
Parapet	Prolongement d'un mur au-dessus d'un toit.
Parement	Matériaux extérieurs d'une maison qui sont visibles, par exemple la brique, le parement de bois ou de métal, le stucco et les bardeaux.
Plaque métallique de connexion	Permet de relier divers assemblages ou de relier ceux-ci aux murs et aux poutres.
Poteau	Élément de charpente vertical et effilé mesurant habituellement 38 x 89 mm (2 x 4) ou 38 x 140 mm (2 x 6). Ces éléments, qui forment la structure verticale des murs, sont généralement espacés de 400 mm (16 po) de centre à centre ou moins.
Réplique	Nouvelle secousse sismique succédant à un important séisme.
Revêtement primaire	Panneaux tels que contreplaqué recouvrant les petits éléments de la charpente comme les poteaux et les solives pour relier ces éléments et servir de base à la fixation du parement.
Rive de toit	Bande de bois ou de vinyle qui pare la bordure de toit ; élément décoratif et non structural.
Sablière	Élément horizontal correspondant à la lisse mais se trouvant au sommet des poteaux verticaux des murs ; il permet de relier les poteaux et des murs adjacents et de supporter les solives du plancher de l'étage supérieur.
Seiche	Oscillation de la mer dans un golf fermé ou de l'eau d'un lac, occasionnée par le vent ou un tremblement de terre.
Sismique	(Séismique) Relatif aux séismes. Mouvements, ondes, secousses sismiques. — Prospection sismique, ou n. f. la

	sismique : prospection géophysique des séismes utilisant les enregistrements (sismogrammes) des ondes renvoyées par des explosions souterraines provoquées.
Socle de poteau	Connecteur métallique entre la base d'un poteau de bois et la semelle ou le pieux de béton auquel ce poteau est relié. Pour le détail d'un socle typique, voir le diagramme Q3.
Socle de poteau d'acier	Permet de relier un poteau de bois à une base supportant une structure de béton ou de bois.
Solive	Élément horizontal de charpente de dimension inférieure à une poutre.
Solive de rive	Élément d'une charpente de bois placé à angle droit par rapport aux éléments horizontaux de la charpente, comme les solives.
Subduction	Glissement d'une plaque lithosphérique océanique sous une plaque adjacente avançant en sens opposé. Zone en subduction. Fosse, plan de subduction.
Tectonique	Ensemble des déformations subies par les couches géologiques déjà formées. Tectonique des plaques : théorie d'après laquelle la lithosphère est formée de plaques rigides flottant sur l'asthénosphère — subduction. Dislocation, déformation tectoniques.
Tirant d'ancrage métallique	Souvent appliqué à la face extérieure de la charpente pour relier un mur au mur inférieur.
Torsion	Mouvement pouvant déformer ou détruire une charpente.
Tsunami	Onde océanique engendrée par un séisme ou une éruption volcanique.
Voie d'issue de secours	Voie permettant de sortir d'une structure ou d'un endroit, généralement au terme d'un séisme. Ne pas confondre avec le terme « moyen d'évacuation », qui est un moyen, généralement prescrit par les codes de bâtiment, de sortir d'un bâtiment. Parfois, les moyens d'évacuation se révèlent de mauvaises voies d'issue de secours.
Voie d'effort	Voie verticale ou non par laquelle se transmettent les forces sismiques de manière continue dans le sol et la charpente d'un bâtiment.

ANNEXE H

LISTES DE VÉRIFICATION

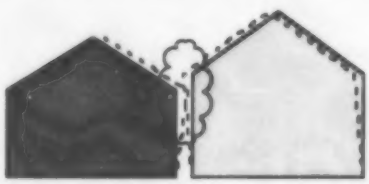
ANNEXE H
LISTES DE VÉRIFICATION

L'annexe qui suit renferme la copie originale des quatre listes de vérification à utiliser avec le *Guide*.

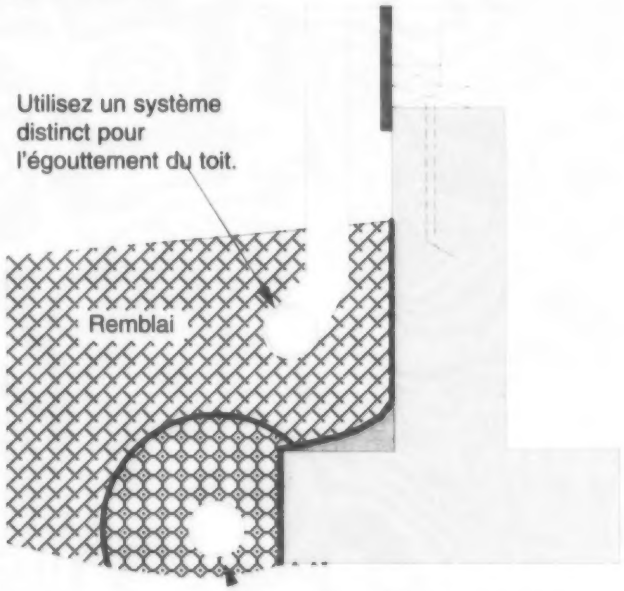
Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
1 2 3	Pour chaque élément de la maison, évaluez le risque relatif que présente l'état actuel de cet élément et attribuez-lui un niveau de risque : 1 = perte de biens possible ; 2 = perte d'abri possible ; 3 = perte de vie possible.	
	• Le Chapitre 3 du *Guide* renferme un propos général sur les conditions géologiques se répercutant sur les terrains à construire. • Les maisons situées à proximité des conditions géologiques exposées doivent être conçues de manière à résister aux plus fortes secousses sismiques prévues. • Consultez les services de construction et de génie municipaux pour avoir plus de détails sur les conditions géologiques de votre secteur. • Si vous comptez acheter une propriété présentant les conditions connues ou soupçonnées suivantes, consultez des spécialistes.	p. 42
	• Pour plus de renseignements sur les failles se trouvant dans votre région, communiquez avec Ressources naturelles Canada. • Si votre maison se trouve à proximité d'une faille, portez-en la résistance sismique au niveau maximal recommandé dans le *Guide*. • Cherchez dans le quartier des indices d'affaissement du sol ou d'effondrement.	p. 42
	• Pour les terrains inclinés dont une partie a été amputée ou remblayée, confirmez l'intégrité du sol, des murs de soutènement et des systèmes de drainage. • Portez la résistance sismique de votre maison au niveau maximal recommandé dans le *Guide*. • Portez la résistance sismique de votre maison au niveau maximal recommandé dans le *Guide*.	p. 42
	• Si vous êtes confrontés à ces types de conditions, consultez des spécialistes en amélioration parasismique. • Consultez les services de construction et de génie municipaux pour avoir plus de détails sur les conditions géologiques de votre secteur.	p. 42
	• Consultez les services de construction et de génie municipaux pour avoir plus de détails sur les conditions géologiques de votre secteur. • Si votre terrain relève des catégories de sol 3) et 4), appliquez les conseils d'un architecte pour que votre maison résiste aux réactions sismiques de ces catégories de sol.	p. 44

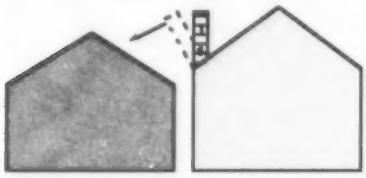
Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
A2	**CARACTÉRISTIQUES DU TERRAIN**	
A2.1	❑ **Grands arbres :** • De grands arbres pourraient-ils percuter la maison (ou les bâtiments annexes) s'ils tombaient ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Les espèces enracinées en superficie risquent d'être déracinées au cours d'un séisme. Certains arbres sont plus vulnérables seuls qu'en bosquet.
A2.2	❑ **Piscines :** • Y a-t-il une piscine sur le terrain ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• L'eau se déversant d'une piscine peut causer de graves dommages matériels. • On ne peut presque rien faire pour protéger les piscines contre des déplacements localisés de terrain.
A2.3	❑ **Poteaux de services publics :** • La maison est-elle proche de poteaux de services publics ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Les poteaux de services publics s'effondrent souvent lors d'un séisme, obstruant les voies d'issue de secours et mettant parfois en danger la vie des êtres humains.
A2.4	❑ **Bâtiments annexes :** • La propriété comporte-t-elle des bâtiments annexes tels qu'un garage non attenant, un atelier ou une remise à jardin ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Ces bâtiments sont souvent moins bien construits et entretenus que la maison, d'où leur plus grande vulnérabilité à l'effondrement.
A2.5	❑ **Murs de soutènement et murs indépendants :** • La propriété comporte-t-elle des murs de soutènement ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Ces murs sont-ils au-dessus ou au-dessous du niveau des terrains voisins ? Hauteur des murs : _____	• Puisque la répartition des charges infligées aux murs de soutènement est inégale et que ces derniers sont rarement conçus pour résister aux charges hydrostatiques ou sismiques, ils présentent un danger d'effondrement.
A2.6	❑ **Services publics enfouis :** • **Gaz** : Y a-t-il des branchements à des services de gaz, de propane ou autres services analogues ? _____ • **Eau** : Où la maison est-elle branchée à l'aqueduc et aux égouts ? _____	• Les branchements risquent de se rompre en cas de séisme, d'où le danger d'incendie. • Les conduites d'eau risquent de se rompre en cas de séisme. Si ces ruptures ne constituent pas une menace mortelle, elles doivent être réparées et peuvent provoquer des problèmes tels que des reflux dans la maison.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Si de grands arbres sont conservés, demandez à un arboriculteur de vérifier leur état. On peut réduire les risques que présentent les grands arbres par l'entretien. • Vérifiez le système radiculaire des arbres près de la maison.	p. 46
	• Entretenez la structure de la piscine et de tout mur de soutènement qui lui est associé. • Quant aux piscines neuves, elles doivent être installées sur un sol solide et être conçues pour résister aux secousses sismiques.	p. 46
		p. 46
		p. 46
	• Protégez les dessus des murs de soutènement contre la pluie et la neige à l'aide d'un faîte de protection contre les intempéries. • Les murs de soutènement doivent en outre être protégés sous le niveau du terrain final contre les sols saturés d'eau à l'aide d'une membrane imperméable. • Renforcez les murs soutenant de lourdes charges, et plus particulièrement un terrain en pente. • Prévoyez un système de drainage de la fondation.	p. 46
	Gaz naturel : • Il est important que vous sachiez l'emplacement du robinet extérieur d'arrêt du gaz naturel. Laissez une clé de la dimension appropriée près du robinet au cas où vous deviez le fermer. • Prévoyez l'installation d'un robinet d'arrêt automatique de l'alimentation en gaz en cas de séisme. **Eau :** • Ayez toujours une réserve d'eau potable en cas d'urgence. • Sachez l'emplacement de vos robinets d'arrêt d'eau. Rangez les outils nécessaires à la fermeture de ces robinets dans un endroit commode près des robinets. • Envisagez l'installation d'un robinet d'arrêt automatique de l'alimentation en eau en cas de séisme. **Protection incendie :** • Outre les extincteurs que doit renfermer votre maison, installez des extincteurs dans les bâtiments annexes et vos véhicules.	p. 48

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
A2.7	**Drainage de la fondation :** • La fondation de la maison est-elle pourvue de drains ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain**	• L'absence de drains de fondation peut entraîner la saturation des sols, ce qui rend plus vulnérables aux séismes les murs de fondation et de soutènement.
A2.8	❑ **Dangers que présentent les propriétés adjacentes :** • À quelle distance se trouve la maison des propriétés adjacentes ? Cour latérale 1 = _____ Cour latérale 2 =_____	Puisque les bâtiments tanguent lors de séismes, les bâtiments adjacents peuvent se percuter s'ils sont trop proches les uns des autres. 

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Profitez de travaux de rénovation pour nettoyer et réparer les drains. • Profitez de travaux touchant les murs de fondation ou de soutènement pour installer un système de drainage. • Le système d'égouttement du toit et le drainage de la fondation doivent être deux systèmes indépendants. Utilisez des systèmes indépendants ou un puits d'infiltration pour l'égouttement du toit.	p. 50
	• Évitez autant que possible que les voies d'issue de secours passent par une cour latérale. • Évaluez les répercussions possibles des caractéristiques des maisons voisines sur votre sécurité.	p. 52



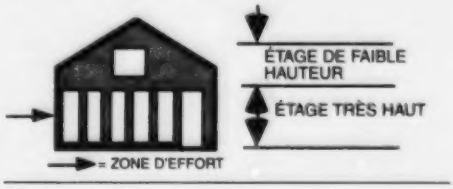
Rubrique	Points à vérifier	Remarques
	Adresse de la propriété : _____	
	• Les maisons voisines ont-elles des cheminées ou d'autres éléments faisant face à votre propriété et pouvant tomber ? ❑ **Non** ❑ **Oui** **Préciser :** _____  • La maison d'un voisin est-elle beaucoup plus haute que la vôtre ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Ces éléments risquent fort de s'effondrer et de causer des dommages à votre maison et, dans le pire des cas, de la déloger de ses fondations. • On sait que la chute d'éléments de maçonnerie présente un grave danger lors de séismes.
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Évitez autant que possible que les voies d'issue de secours passent par une cour latérale. • Évaluez les répercussions possibles des caractéristiques des maisons voisines sur votre sécurité.	p. 52

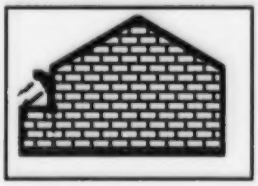
Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B1	**ÉTAT ET CONSTRUCTION DE L'EXTÉRIEUR**	
	B1.1	
	❑ **État général de l'extérieur :** • Décrivez l'état général de la maison.	• L'état général de la maison est un bon indice de sa résistance sismique.
B1.2	❑ **État de la maison près de la surface du terrain :** • Là où la maison entre en contact avec le sol, se trouve-t-il du bois qui est (ou était) en contact direct (ou presque) avec le sol ? ❑ **Non** ❑ **Oui** De l'eau souterraine coule-t-elle le long des côtés de la maison ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• La rencontre de l'ossature de bois de la maison avec la fondation et le sol est une zone où les secousses sismiques sont fortes et qui subit souvent des dommages.
B1.3	❑ **Construction de l'extérieur :** • Quel est l'âge approximatif de la maison ? _____	• L'emplacement et la taille des portes et des fenêtres, le type d'ossature de bois et, plus particulièrement, le type de revêtement primaire varient selon l'année de construction de la maison et sont autant de facteurs se répercutant sur la résistance sismique de cette dernière.

B2	**TYPES TRADITIONNELS DE MAISONS**	
B2.1	❑ **Type de maison :** • Quelle est la configuration de base de la maison et le nombre d'étages ? ❑ **Bungalow** ❑ **Maison sur muret : Étages =** _____ ❑ **Maison haute : Étages =** _____ ❑ **Maison à mi-étages :** **Nombre maximal d'étages =** _____	• Voir les descriptions et les illustrations des types de maison à la Section B, Évaluation de l'extérieur. • Une maison peut relever de deux catégories.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
1 2 3	Pour chaque élément de la maison, évaluez le risque relatif que présente l'état actuel de cet élément et attribuez-lui un niveau de risque : 1 = perte de biens possible ; 2 = perte d'abri possible ; 3 = perte de vie possible.	
	• Détectez les endroits où de l'eau peut s'infiltrer par les matériaux extérieurs de la maison.	p. 56
	• Près de la surface du terrain, vérifiez si le bois est pourri ou endommagé par les insectes et réparez-le, s'il y a lieu. • Prévoyez un espace d'au moins 200 mm (8 po) entre la surface du sol fini et le bois. • Créez une pente de manière à éloigner de la fondation l'eau d'écoulement de la pluie et de la fonte de la neige. • Empêchez les descentes pluviales de se déverser près des fondations. • L'évacuation des eaux d'écoulement du terrain et du toit doit se faire par un système de conduits indépendant du système de drainage de la fondation et de la semelle de la maison. Utilisez les catégories suivantes de la liste de vérification pour :	p. 56
	• évaluer l'importance de la géométrie de la maison ; • déterminer l'étendue et le type des matériaux de revêtement primaire ; • déterminer comment les matériaux sont assemblés ; • déterminer l'étendue et le type des matériaux de finition ; • vérifier la présence et l'état des murs de fondation ; • déterminer si la maison repose sur des murets. • Si vous comptez ajouter un étage à votre maison, prévoyez renforcer l'ossature de bois et la	p. 56
	fondation au-dessous pour compenser les charges sismiques additionnelles auxquelles devront résister ces dernières. Pour que la maison puisse résister aux forces sismiques, sa conception doit dépasser les exigences de base du code du bâtiment en vigueur.	p. 58

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B3	**GÉOMÉTRIE DE LA MAISON**	
B3.1	❑ **Forme :** • La forme de base de la maison est-elle un rectangle simple (ou un carré) ? ❑ **Non** ❑ **Oui** (Faites un schéma simple de la forme de la maison sur la présente page.)	
B3.2	❑ **Hauteur d'étage inhabituelle :** • Est-ce qu'un étage de la maison est plus haut que les autres (de 20 % ou plus, par exemple) ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• La présence d'un étage exceptionnellement haut peut créer un effet d'« étage mou ». 
B3.3	❑ **Étages en porte-à-faux (cantilevers) :** • Des étages supérieurs font-ils saillie par rapport à des étages inférieurs ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Quelle est la construction de la structure en porte-à-faux ? _____ _____ Quelle est la construction de la structure sous le porte-à-faux ? _____ _____	• Les étages en porte-à-faux (cantilevers) accroissent les efforts auxquels sont soumis les étages inférieurs et les fondations.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Si vous comptez agrandir la maison, profitez-en autant que possible pour en améliorer la symétrie. • Si l'agrandissement nuit à la symétrie de la maison, renforcez les connexions entre l'annexe et la maison existante afin de compenser les efforts concentrés. • Sinon, réévaluez les plans afin d'établir s'il est possible de trouver un plan présentant de meilleures caractéristiques parasismiques.	p. 64
	• Améliorez les connexions entre l'étage plus haut et les étages au-dessus et au-dessous de lui et solidifiez l'étage haut.	p. 64
	• Envisagez la pose de poteaux sous les planchers en porte-à-faux, poteaux qui seront reliés à la structure des planchers des étages en porte-à-faux et aux nouvelles fondations au-dessous et qui seront contreventés à la charpente principale. • S'il est impossible ou indésirable de poser des poteaux, contreventez en diagonale l'élément en porte-à-faux à la charpente principale. Dans ce cas, vous devrez renforcer la charpente principale pour qu'elle puisse soutenir les charges additionnelles.	p. 66

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B3.4	❑ **Étages en retrait :** • Les étages supérieurs sont-ils en retrait par rapport aux étages inférieurs ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, la terrasse ou l'appentis en résultant sont-ils bien drainés et couverts de solins ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Quelle est la construction de la terrasse ou du toit adjacent aux murs en retrait ? • Le parement extérieur des murs de l'étage en retrait est-il fait de maçonnerie ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Les étages en retrait dont la structure des murs ne porte pas directement sur les murs inférieurs sont plus vulnérables aux séismes. • Les murs de maçonnerie des étages en retrait sont souvent soutenus par une charpente de bois plutôt que par une charpente métallique comme l'exige les codes canadiens du bâtiment. 
B3.5	❑ **Jonctions de la toiture :** • Le plan de base de la toiture est-il un rectangle simple (ou un carré) ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Tracez le plan sur la présente page, y compris les pignons, les lucarnes, les puits de lumière, les jonctions avec les murs, etc. • Là où se rencontrent des plans de toiture, les solins de noue et de faîte sont-ils en bon état ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les gouttières et les rives de toit sont-elles en bon état ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les jonctions de plans de toiture sont-elles étanches ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les murs portent-ils des taches d'eau ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Examinez s'il est possible de transférer la charge de la structure en retrait, par l'intermédiaire des étages inférieurs, aux éléments porteurs en dessous. • Évaluez la charpente qui soutient l'étage en retrait et renforcez-la, au besoin. • Pour renforcer le soutien des murs de maçonnerie, remplacez la charpente de bois par une charpente d'acier (inoxydable ou galvanisé à chaud). • Demandez-vous si les murs de maçonnerie se situent dans un endroit assez isolé pour que leur chute éventuelle ne cause ni dommages matériels ni blessures corporelles.	p. 66
	• Inspectez soigneusement les toits et les terrasses là où ils rencontrent des murs ou d'autres toits et à leurs extrémités. Des débris, de la neige et de la glace s'accumulent parfois à ces endroits et exposent davantage ces derniers à l'abrasion.	p. 68

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B4	**MATÉRIAUX DE L'EXTÉRIEUR**	
	❑ **Parement extérieur des murs :** • Dressez la liste des parements extérieurs de chaque façade de la maison : **Rue :** _____ **Arrière :** _____ **Côté gauche :** _____ **Côté droit :** _____ • L'entrée principale se trouve du côté _____ de la maison. • L'entrée secondaire se trouve du côté _____ de la maison.	• Les parements de bois et de stucco offrent peu de résistance sismique aux murets et aux murs extérieurs. À moins d'être contreventés, ces murs résistent mal aux forts séismes.
B4.1	❑ **Bois :** • L'ossature ou le parement de bois sont-il spongieux ou friables ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, où le sont-ils ? _____ _____	• Utilisez un outil pointu, comme un pic à glace, pour vérifier si le bois est pourri.
B4.2	**Parement de maçonnerie :** • Y a-t-il un mur de maçonnerie de briques, de blocs ou de pierres ? Dressez la liste des types de murs de maçonnerie et de leur emplacement. Indiquez également la hauteur approximative de ces murs (p. ex. élévation de 4 m du sol ou élévation de 2 m le long de la lucarne sud). _____ _____	• Les murs de maçonnerie sont particulièrement enclins à s'effondrer en cas de séisme. Il est important de déterminer dans quelle mesure leur effondrement peut causer des dommages matériels ou corporels et si cet effondrement peut bloquer des voies d'issue de secours. • Les fissures indiquent souvent les points où la structure est soumise à des contraintes, points qui risquent de céder ou d'être endommagés au cours d'un séisme.

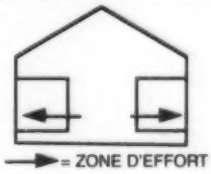
Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Améliorez le parement des murs extérieurs conformément aux recommandations de la Section C du *Guide*. • Si l'effondrement du parement de maçonnerie présente un danger pour les occupants, on peut améliorer le parement, l'enlever ou construire un passage couvert à la sortie pour protéger contre la chute de débris les occupants qui s'enfuient.	
	• Remplacez le bois pourri de l'ossature par du bois traité sous pression. • Assurez-vous que le bardage extérieur se prolonge au-delà de la lisse d'appui et est bien cloué.	p. 70
	• Inspectez à fond les éléments de maçonnerie pour y détecter les fissures dans la brique ou les joints de mortier. • Il faut enlever ou renforcer les murs de maçonnerie dont l'effondrement peut causer des dommages matériels ou corporels.	p. 70

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B4.3	❑ **Stucco :** • Le stucco est-il fissuré ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, où l'est-il ? _____ _____	• Le stucco est particulièrement vulnérable en cas de séisme et peut s'effondrer. Déterminez dans quelle mesure l'effondrement ou l'écaillage du stucco peut causer des dommages matériels ou corporels et si cet effondrement peut bloquer des voies d'issue de secours. • Les fissures indiquent souvent les points où la structure est soumise à des contraintes, points qui risquent de céder ou d'être endommagés au cours d'un séisme.
B4.4	❑ **Fondation extérieure :** • Dans quel état se trouvent les murs de fondation au périmètre de la maison ? **Rue :** _____ **Arrière :** _____ **Côté gauche :** _____ **Côté droit :** _____	• Les travaux de réparation ou de rénovation qui exposent les murs de fondation constituent une belle occasion d'examiner ces derniers. Vérifiez ce qui suit : • maçonnerie ou béton qui s'effrite ; • mortier qui s'effrite ; • fissures, éclats ou trous.
B4.5	❑ **Charges de toit importantes :** • La toiture est-elle parée d'éléments lourds tels que des ardoises ou des tuiles de terre cuite ou de béton ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La maison se trouve-t-elle dans une région où de lourdes charges de neige risquent de s'accumuler ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La neige s'accumule-t-elle à certains endroits du toit plus qu'ailleurs ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Les lourdes charges de toit, qu'il s'agisse des matériaux de construction, de la neige ou de la glace, imposent à la maison des contraintes éloignées du sol. Au cours d'un séisme, ces charges additionnelles augmentent les efforts auxquels doit résister la charpente entière de la maison.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Examinez soigneusement le stucco pour y détecter les fissures. • Si l'effondrement du stucco risque de causer des dommages matériels ou corporels, vous devez le renforcer ou l'enlever.	p. 72
	• Évaluez l'état des matériaux et la résistance sismique de la fondation. • Toute nouvelle annexe doit reposer sur des fondations parasismiques portant sur un sol intact. • Remplacez les fondations de bois des porches, des terrasses, etc. par des murs de béton continus ou des poteaux de béton. Pour plus de détails sur les fondations, voir la Section C du *Guide*.	p. 72 p. 84
	• On peut contrer les dangers que présentent les charges de toit par plusieurs méthodes. La méthode la plus simple consiste à éviter des matériaux de couverture lourds. Si l'on veut utiliser des matériaux lourds, la charpente du toit doit être plus solide et les éléments de couverture doivent être solidement fixés à la charpente. • Assurez-vous que les matériaux de couverture lourds, la neige et la glace ne tombent pas sur les voies d'issue de secours.	p. 74

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B5	**ÉLÉMENTS ANNEXÉS À LA MAISON**	
B5.1	❑ **Marquises, porches et terrasses :** • Les voies de sortie de la maison comportent-elles des marquises, des porches ou des terrasses ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Ces charpentes s'appuient-elles sur des fondations armées ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les fondations s'appuient-elles sur du sol intact et sous le niveau du terrain ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les éléments structuraux sous les terrasses sont-ils contreventés ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La surface des terrasses de bois est-elle en panneaux de contreplaqué ou en planches ? Épaisseur du contreplaqué : _____ Dimensions des planches : _____	• Ces éléments s'effondrent souvent au cours d'un séisme. • Les porches et les terrasses de bois au-dessus du sol sont souvent construits sans égard à la résistance sismique. Souvent, leur fondation laisse à désirer, n'est pas boulonnée à leur charpente et leur charpente n'est pas contreventée. • Si ces éléments ne se trouvent pas sur la voie de sortie ou que leur effondrement ne présente pas de danger, le propriétaire peut omettre de les améliorer si leur perte totale ou leur effondrement par suite d'un séisme ne le préoccupe pas. • Les planches de bois telles que les 1 x 4 couramment utilisées comme fond de clouage des bardeaux n'aident pas les toits à résister aux séismes. Par contre, les panneaux de contreplaqué bien cloués sur les chevrons offrent un excellent contreventement et une meilleure protection contre la chute d'éléments tels que les cheminées.
B5.2	❑ **Éléments fixés au toit :** • Y a-t-il des éléments inhabituels sur le toit, tels qu'antennes paraboliques ou dispositifs de chauffage solaire ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Les charges de toit lourdes ou excentrées imposent des contraintes additionnelles à toute la charpente.
B5.3	❑ **Cheminées de maçonnerie :** • Emplacement et dimensions des cheminées de maçonnerie : _____ • Autres sujets de préoccupation : _____ _____	• Certains spécialistes estiment que la chute de parements et de cheminées de maçonnerie constitue la principale cause de blessures et de décès en cas de séisme.
B5.4	❑ **Cheminées métalliques préfabriquées :** • Ces cheminées sont-elles fixées à l'aide d'étais métalliques ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Si les marquises, les porches ou les terrasses font partie de la voie de sortie, ils doivent être construits de façon à résister aux séismes et à protéger les personnes des débris tombant sur eux.	p.76
	• **Fondation :** Assurez-vous que la fondation peut supporter les charges voulues, par exemple qu'elle est faite de béton armé et qu'elle repose sur un sol intact.	p. 84
	• **Connexions :** Assurez-vous que l'élément annexé est solidement relié à la maison et que les poteaux sont de taille suffisante et sont solidement reliés à la fondation et à la charpente (poutre/solives) au-dessus. Utilisez des connecteurs ouvrés en acier galvanisé.	p. 128
	• **Contreventement :** Posez des étais sur les faces exposées des structures afin d'en améliorer la stabilité. À défaut, posez des étais métalliques croisés entre les poteaux. Pour plus de détails, voir les rubriques C1, et C8, à la Section C.	
	• Contreventez les éléments à la charpente principale en vous assurant que celle-ci est renforcée compte tenu des charges additionnelles. • Renforcez la partie adjacente du toit et le mur sur lequel les éléments peuvent s'effondrer dans le but d'empêcher l'effondrement d'autres toits ou murs. • Si l'effondrement des éléments fixés au toit semble inévitable en cas de séisme, songez à les enlever de leur emplacement dangereux.	p.76
	• Si la cheminée n'est pas utilisée, enlevez-la et fermez la cavité ainsi faite dans le toit. • Si la cheminée est utilisée, réduisez-en autant que possible les dimensions, de préférence à partir de l'endroit où sa largeur décroît (près du foyer) ou du moins depuis le débord de toit jusqu'au faîte. Remplacez cette section par une cheminée métallique isolée. Profitez de l'occasion pour contreventer les endroits où passe la cheminée.	p. 78
	• Examinez le contreventement de la cheminée métallique. La cheminée doit être fixée à la toiture inclinée à l'aide d'au moins deux étais. Au besoin, ajoutez des étais.	p. 80

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B6	**OUVERTURES**	
B6.1	❑ **Étages mous :** • Y a-t-il de larges ouvertures dans les murs extérieurs (fenêtres panoramiques, portes panoramiques coulissantes, portes de garage, abris à voitures et espaces extérieurs couverts) ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Si les murs extérieurs comportent de larges ouvertures, la maison peut ne pas résister aux forces sismiques.
B6.2	❑ **Fenêtres de coins et coins dégagés :** • La maison comporte-t-elle des fenêtres de coin ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La maison comporte-t-elle des coins dégagés ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Les coins de la maison éprouvent de grandes forces au cours d'un séisme. Si les coins sont dégagés ou munis de fenêtres (au lieu d'être faits d'un mur plein), la menace d'un effondrement est accrue. 
B6.3	❑ **Ouvertures dans les murs — sous-sol :** • Quel est le pourcentage approximatif des murs du sous-sol qui est constitué de fenêtres, de portes ou d'autres ouvertures ? Rue : _____ % Côté gauche : _____ % Arrière : _____ % Côté droit : _____ %	• Pour qu'ils demeurent stables durant un séisme, un pourcentage des murs doit être contreventé. • Les murs comportant de larges ouvertures sont plus fragiles que les murs pleins. • L'effet d'étage mou est accru si le mur comportant de larges ouvertures supporte d'autres étages.
B6.4	❑ **Ouvertures dans les murs — premier étage :** • Quel est le pourcentage approximatif des murs du premier étage qui est constitué de fenêtres, de portes ou d'autres ouvertures ? Rue : _____ % Côté gauche : _____ % Arrière : _____ % Côté droit : _____ %	• Pour qu'ils demeurent stables durant un séisme, un pourcentage des murs doit être contreventé. • Les murs comportant de larges ouvertures sont plus fragiles que les murs pleins. • L'effet d'étage mou est accru si le mur comportant de larges ouvertures supporte d'autres étages.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Prévoyez réduire la largeur des ouvertures en les comblant par des murs pleins et une charpente porteuse pour améliorer la stabilité horizontale. • Si vous ne pouvez combler ces ouvertures, construisez autour d'elles une charpente rigide reliée à la charpente adjacente selon les techniques parasismiques. Vous devrez renforcer la charpente adjacente pour qu'elle puisse résister aux charges additionnelles.	p. 80
	• Prévoyez modifier la configuration des coins dégagés de manière à ce que chaque coin offre une bonne charpente résistante aux séismes. • Si vous ne pouvez combler ces coins, construisez autour d'eux une charpente rigide reliée à la charpente adjacente selon les techniques parasismiques. Vous devrez renforcer la charpente adjacente pour qu'elle puisse résister aux charges additionnelles.	
	• Calculez le pourcentage du mur périmétrique à contreventer à l'aide des recommandations présentées dans le *Guide* à la Section C, Évaluation de la structure intérieure.	
	• Calculez le pourcentage du mur périmétrique à contreventer à l'aide des recommandations présentées dans le *Guide* à la Section C, Évaluation de la structure intérieure.	

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
B6.5	❑ **Ouvertures dans les murs — deuxième étage :** • Quel est le pourcentage approximatif des murs du deuxième étage qui est constitué de fenêtres, de portes ou d'autres ouvertures ? Rue : _____ % Côté gauche : _____ % Arrière : _____ % Côté droit : _____ %	• S'il s'agit d'une maison à 1 1/2 étage (espace habitable dans le comble), calculez le pourcentage d'ouvertures en utilisant la longueur du plan du toit plutôt que la longueur du mur.
B6.6	❑ **Ouvertures dans les murs — troisième étage :** • Quel est le pourcentage approximatif des murs du troisième étage qui est constitué de fenêtres, de portes ou d'autres ouvertures ? Rue : _____ % Côté gauche : _____ % Arrière : _____ % Côté droit : _____ %	• S'il s'agit d'une maison à 2 1/2 étages (espace habitable dans le comble), calculez le pourcentage d'ouvertures en utilisant la longueur du plan du toit plutôt que la longueur du mur.
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Calculez le pourcentage du mur périmétrique à contreventer à l'aide des recommandations présentées dans le *Guide* à la Section C, Évaluation de la structure intérieure.	
	• Calculez le pourcentage du mur périmétrique à contreventer à l'aide des recommandations présentées dans le *Guide* à la Section C, Évaluation de la structure intérieure.	

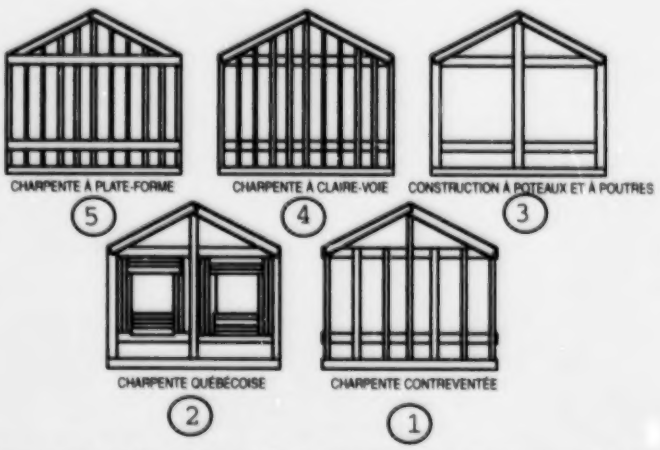
Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C1	**FONDATIONS**	
C1.1	❑ **Type de fondation :** • Sur quel type de fondation la maison repose-t-elle ? ❑ Armature continue ❑ Dalle ❑ Pieux ou pile-caisson ❑ Composée (préciser) : _____ _____	• Bon nombre de fondations qui semblent correspondre à l'un de ces types ne sont pas conçus par des architectes et n'ont pas l'armature d'acier nécessaire pour bien résister aux séismes.
C1.2	❑ **Type de semelle :** • Absence de semelle (mur de fondation en forme de I) ❑ Semelle continue (T inversé) ❑ Poutre rectangulaire ❑ Poutre en forme de trapèze ❑ Dalle avec bordure plus épaisse ❑ Autres : _____	• Cette information peut être difficile à obtenir. Néanmoins, certains endroits, comme la porte du sous-sol, laissent paraître la semelle ou y donnent accès sans trop d'efforts. • Les autorités municipales ont parfois un dossier sur ce point et sur d'autres détails de la fondation.
C1.3	❑ **Assise de la fondation :** • La fondation repose-t-elle sur du roc ou du sol dur ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain** • Des murs de fondation continus se trouvent-ils sous tous les murs porteurs à l'intérieur ou à l'extérieur des murs périmétriques ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain** • Y a-t-il des murs de fondation continus sous les murs périmétriques ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain** • Les pieux de béton reposent-ils sur une semelle continue sous le niveau du sol ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain**	• Si vous répondez Oui à ces questions, la résistance sismique de la maison est favorisée, quoique les poteaux soutenus par ces fondations doivent être contreventés horizontalement.
C1.4	❑ **État de la fondation :** • Les murs de fondation, les semelles ou les pieux semblent-ils s'effriter ou comporter des fissures importantes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain**	• Si, lorsque vous les grattez à l'aide d'un tournevis ou d'une clé, le béton et le mortier s'effritent facilement, ils risquent fort de céder au cours d'un séisme.
C1.5	❑ **Fondation de maçonnerie** ❑ Pieux ou murs de blocs de béton ❑ Pieux ou murs de briques ❑ Pieux ou murs de moellons (p. ex. pierres) ❑ Maçonnerie armée d'acier ❑ Maçonnerie non armée ❑ Configuration inconnue	• Les fondations de maçonnerie, et en particulier celles qui ne sont pas armées, sont la principale source de problèmes en cas de séisme. • En général, le mortier n'est pas assez résistant pour assurer la cohésion des éléments de maçonnerie au cours d'un séisme.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
1 2 3	Pour chaque élément de la maison, évaluez le risque relatif que présente l'état actuel de cet élément et attribuez-lui un niveau de risque : 1 = perte de biens possible; 2 = perte d'abri possible; 3 = perte de vie possible.	
	• Si l'inspection des fondations révèle qu'elles ne sont pas adéquates, consultez un ingénieur de structure et, au besoin, apportez leur un soutien parasismique temporaire.	
	• Si la maison repose sur une fondation continue, les recommandations générales d'amélioration parasismique touchant les murets, la connexion entre la fondation et la lisse, etc. s'appliquent. • Si la maison repose sur une dalle ou un radier, les recommandations touchant la connexion de la fondation à la lisse s'appliquent. • Si la maison repose sur une fondation composée, une pile-caisson ou des pieux, il faut consulter un ingénieur de structure.	p. 86
	• Si les murs de fondation ne reposent sur aucune semelle, ajoutez une semelle de béton armé au cours d'autres travaux de rénovation selon les recommandations d'un ingénieur de structure. • Si les murs de fondation reposent sur une semelle non armée, creusez autour de la semelle existante et ajoutez une nouvelle semelle de béton armé sous la première selon les recommandations d'un ingénieur de structure.	
	• Les fondations ne reposant pas sur le roc ou des sols durs doivent faire l'objet d'un examen par un ingénieur de structure. • Si les semelles sont absente ou discontinues, les fondations doivent faire l'objet d'un examen par un ingénieur de structure. • Si des éléments annexés à la maison, tels que porches et terrasses, reposent sur des pieux de béton, les recommandations exposées dans le *Guide* au sujet du contreventement suffisent. • Si une partie ou la totalité de la structure principale de la maison repose sur des pieux de béton, vous devez consulter un ingénieur de structure.	
	• Les fondations en mauvais état ou mal construites sont rarement adéquates et doivent habituellement être remplacées. • Les pieux qui reposent sur le sol fini doivent être prolongés pour que leur majeure partie se trouve sous la surface du sol et qu'ils reposent sur un sol dur.	
	• Il peut être nécessaire de remplacer les fondations de maçonnerie par des fondations de béton armé. Si la plupart des fondations sont constituées de maçonnerie, consultez un ingénieur de structure.	p. 90

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C1.6	❑ **Fondation de béton :** • Murs de fondation continus ❑ Armés d'acier ❑ Non armés ❑ Configuration inconnue	• Les fondations de béton non armé, et plus particulièrement celles qui reposent sur des sols inclinés ou d'argile molle, subissent de graves dommages au cours de séismes importants.
C1.7	❑ **Poteaux de fondation :** • Poteaux de bois Montrent-ils de larges fissures ou sont-ils pourris ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dimensions des poteaux de bois : _____ • Poteaux d'acier Type de poteaux d'acier : _____ Dimensions des poteaux d'acier : _____	• Les connexions entre les poteaux et les structures inférieure et supérieure sont essentielles au transfert ou à la répartition des charges. • Les poteaux de bois de moins de 140 x 140 mm (6 x 6) sont généralement trop minces pour être utiles. • Pour soutenir les grosses poutres, on utilise souvent des poteaux en acier à vérin de réglage. • Des poteaux métalliques de 75 mm (3 po) de diamètre sont suffisants si les connexions sont bonnes.
C1.8	❑ **Dimensions des fondations de béton :** • Épaisseur des murs de fondation : • Les murs de fondation dans le sous-sol : ❑ s'élèvent-ils jusqu'aux solives du plancher au-dessus ? ❑ sont-ils surmontés d'un muret de poteaux de bois ?	• Les murs de fondation de moins de 200 mm (8 po) d'épaisseur, et plus particulièrement ceux qui ne sont pas armés d'acier, offrent peu de résistance aux séismes. **Murs de fondation pleine hauteur :** • Si le diaphragme du plancher repose directement sur les murs de fondation, la connexion entre la fondation et le diaphragme est difficile mais essentielle. **Murs de fondation mi-hauteur :** • Au cours d'un séisme, les maisons dont le diaphragme du plancher est relié à la fondation par un muret de bois (mur de vide sanitaire) subissent souvent des dommages.
C1.9	❑ **Vide sanitaire :** • La maison a-t-elle un vide sanitaire ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Distance entre la fondation et le dessous du diaphragme du plancher : _____(dimension)	• Les vides sanitaires sont souvent créés par la construction d'un muret offrant une très faible résistance sismique. • Les vides sanitaires sont souvent exigus, d'où la difficulté d'en améliorer la résistance sismique.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Enfoncez les boulons d'ancrage, les boulons de retenue et les autres dispositifs de fixation dans le béton au moins 50 % plus profondément dans le béton que vous croyez non armé. • Si le béton est trop friable, utilisez des boulons d'ancrage à la colle époxyde ou d'autres connecteurs d'acier.	p. 92
	Poteaux : • Les dimensions et les connexions des poteaux à la structure adjacente doivent être établies par un ingénieur de structure. • Si possible, ajoutez des étais aux poteaux autostables. **Poteaux de bois :** • Les poteaux de bois doivent faire au moins 140 x 140 mm (6 x 6). • Raccordez la base et le sommet des poteaux à la structure à l'aide de connecteurs métalliques. **Poteaux d'acier :** • Assurez-vous que les poteaux d'acier sont raccordés à l'ossature de bois adjacente par de solides connexions aux éléments structuraux au-dessus et au-dessous des poteaux et aux murs adjacents. • Remplacez les poteaux en acier à vérin de réglage par des poteaux continus permanents.	p. 116
	Amélioration générale de la fondation : • Chaque fois que des murs de fondation supportant des murs contreventés horizontalement sont exposés, ajoutez une armature aux murs de fondation. **Fondations pleine hauteur :** • Ajoutez des connecteurs métalliques pour fixer la lisse, la solive de rive et les diaphragmes de plancher aux murs de fondation. Pour plus de détails, voir la rubrique C8. **Fondations mi-hauteur :** • Si un muret de bois relie les murs de fondation au diaphragme de plancher au-dessus, il faut prévoir des connexions et un contreventement bien orchestrés. Pour plus de détails sur les murs contreventés horizontalement et les connexions structurales, voir les rubriques C3, C4 et C8.	p. 84 p. 104 p. 108 p. 128
	• Voir les recommandations sur les fondations, les lisses d'appui, les murets et les connexions structurales au Chapitre 4, Section C.	p. 84 p. 104 p. 128 p. 130

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C2	**OSSATURE DE BOIS**	
C2.1	❑ **Type de charpente :** • Quel est le type de charpente parmi les suivants qui correspond à celui de la maison ? ❑ Charpente contreventée (système traditionnel) ❑ Charpente québécoise (rare ailleurs) ❑ Charpente à claire-voie (courant avant 1940) ❑ Construction à poteaux et à poutres ❑ Charpente à plate-forme ❑ Charpente composée • Premier étage (préciser) : _____ • Deuxième étage (préciser) : _____ • Troisième étage (préciser) : _____ • Toit (préciser) : _____	• La réaction des ossatures de bois aux forces sismiques diffère beaucoup d'un type d'ossature à l'autre. Chaque type comporte des avantages et des inconvénients. Pour plus de détails, voir le *Guide*. • Le type de charpente dont l'analyse présente le plus de défis, c'est le type composé, c'est-à-dire celui où la technique de charpentage diffère d'une partie à l'autre de la maison. Si l'on combine plusieurs techniques de charpentage, il vaut mieux consulter un ingénieur de structure, car le présent *Guide* n'aborde pas les complexités de systèmes multiples et non intégrés.
C3	**MURETS**	
C3.1	**Muret :** • Les poteaux du muret sont-ils en bon état, mesurent-ils au moins 38 x 89 mm (2 x 4) et sont-ils espacés au plus de 400 mm (16 po) de centre à centre ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Vérifiez la qualité des poteaux. Ceux-ci doivent être exempts d'entailles, de fissures, de gros noeuds, de pourriture et de dommages causés par les insectes.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	 Diagrammes simples comparant les charpentes de murs de pignons appliquant des méthodes canadiennes typiques de charpentage	p. 96
	Une très grande partie des dommages causés par les séismes aux maisons à ossature de bois sont attribuables à la défaillance de la charpente des murets. Pour bien résister aux séismes, les murets doivent être contreventés horizontalement et solidement reliés à la fondation en dessous et au plancher au-dessus, et ses matériaux doivent être en bon état.	
	• Remplacez les poteaux de muret en mauvais état. • Ajoutez des poteaux pour réduire l'espacement des poteaux à au moins 400 mm (16 po) de centre à centre. • Envisagez le bois d'œuvre traité sous pression pour tout élément supplémentaire ou de remplacement de la charpente des murets.	p. 104

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C3.2	❑ **Matériaux de revêtement :** • Quels matériaux de revêtement et de parement recouvrent la face **extérieure** des poteaux de muret ? Matériaux (préciser) : _____ Épaisseur des matériaux : _____ Clouage des rives à tous les _____ de c. à c. et clouage au centre des panneaux à tous les _____ de c. à c. • Quels matériaux de revêtement et de parement recouvrent la face **intérieure** des poteaux de muret ? Matériaux (préciser) : _____ Épaisseur des matériaux : _____ Clouage des rives à tous les _____ de c. à c. et clouage au centre des panneaux à tous les _____ de c. à c.	• Le revêtement constitué de planches horizontales ou de contreplaqué mince (moins de 9 mm, soit 3/8 po d'épaisseur) offre peu de résistance sismique. De plus, il est difficile de vérifier le motif de clouage, motif souvent inadéquat. • Pour offrir une bonne résistance aux séismes, le revêtement de contreplaqué est le meilleur qui soit. D'autres méthodes offrent une résistance horizontale moindre : revêtement horizontal de planches, revêtement de planches en diagonale, panneaux autres que le contreplaqué.
C4	**MURS PORTEURS**	
C4.1	❑ **Murs contreventés horizontalement :** • Comment les murs porteurs des divers étages sont-ils contreventés, le cas échéant ? ❑ Aucun contreventement ❑ Indéterminable ❑ Planches horizontales ❑ Planches en diagonale ❑ Étais ❑ Panneaux de fibres ❑ Contreplaqué ❑ Autres (préciser) _____ _____	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Assurez la connexion parasismique des murets à la fondation au-dessous et au diaphragme de plancher au-dessus. • Améliorez le contreventement horizontal des murets de l'intérieur ou de l'extérieur. (Pour plus de détails sur les méthodes applicables, voir la rubrique C4.) • Si la face intérieure des murets est pourvue d'un revêtement, percez des trous d'aération dans la cavité ainsi formée entre chaque paire de poteaux ou faites-en un mur semblable à un mur extérieur isolé et doté d'un pare-air et d'un pare-vapeur. Ces recommandations s'appliquent tant au vides sanitaires qu'aux sous-sol.	p. 110
	Les considérations et les méthodes relatives à cet aspect de l'amélioration parasismique sont complexes. Pour plus de détails, voir la rubrique C4.	p. 108
	• Les murs porteurs sont conçus pour répartir et transférer le poids (charges verticales) de la maison au sol. Les séismes peuvent produire des efforts horizontaux et verticaux de grande amplitude. Pour que la maison résiste aux séismes, ses murs porteurs doivent être capables de résister à ces mouvements chaotiques. Pour offrir une voie plus rigide et directe de transfert des forces sismiques de la fondation à la maison, on utilise des murs contreventés horizontalement. • Évaluez la solidité de chaque mur de chaque étage de la maison quant au contreventement horizontal. Déterminez le degré d'amélioration parasismique des murs porteurs conformément aux caractéristiques de la maison décrite dans le *Guide* et compte tenu des rénovations envisagées. (Les éléments traités dans le *Guide* comprennent entre autres la géométrie, la fondation, les matériaux, les ouvertures, les connexions et les types de sol.) • Améliorez le contreventement horizontal des murs porteurs de leur face intérieure ou extérieure. (Pour plus de détails sur les méthodes applicables, voir la rubrique C4.)	p. 110

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
	Adresse de la propriété : _____	
	• Pour chaque étage, indiquez le ou les types de contreventement et le motif de clouage, si possible : **Sous-sol** _____ **Étage principal** _____ **Deuxième étage** _____ **Troisième étage** _____ **Comble** _____ • Tracez le plan de chaque étage en indiquant les murs et l'état de leur contreventement.	
C4.2	❑ **Alignement de la structure :** • Les murs porteurs de chaque étage sont-ils alignés aux murs de l'étage supérieur ? • Si les murs porteurs ne sont pas alignés, quel est l'écart et où ? _____ _____	• Si les murs porteurs ne sont pas alignés verticalement et que l'écart est supérieur à 300 mm (12 po), vous devez consulter un ingénieur de structure pour en connaître les implications en cas de séisme et obtenir des recommandations d'amélioration parasismique.
C4.3	❑ **Matériaux extérieurs :** • Quels matériaux de revêtement et de parement recouvrent la face **extérieure** des murs ? Matériaux (préciser) : Épaisseur des matériaux : Clouage des rives à tous les _____ de c. à c. et clouage au centre des panneaux à tous les _____ de c. à c.	• La plupart des matériaux de revêtement et de parement offrent un certain contreventement de la charpente, mais la solidité du contreventement dépend de facteurs tels que la nature et l'état des matériaux, leur épaisseur, les motifs de clouage et la qualité de l'exécution. • Il peut se révéler difficile de déterminer la composition des murs porteurs dans les maisons existantes. Si des parties de la charpente derrière le parement sont accessibles (p. ex. endroits où le parement est enlevé et endroits où passent des conduits), vérifiez la construction des murs.
C4.4	❑ **Matériaux intérieurs :** • Quels matériaux de revêtement et de parement recouvrent la face **intérieure** des murs ? Matériaux (préciser) : Épaisseur des matériaux : Clouage des rives à tous les _____ de c. à c. et clouage au centre des panneaux à tous les _____ de c. à c.	• Le plâtre et les panneaux de gypse offrent un certain contreventement horizontal s'il sont correctement installés et en bon état. • Il peut se révéler difficile de déterminer la composition des murs porteurs dans les maisons existantes. Si des parties de la charpente derrière le parement sont accessibles (p. ex. endroits où le parement est enlevé et endroits où passent des conduits), vérifiez la construction des murs.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide

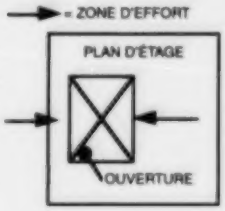
	• Si les murs porteurs ne sont pas alignés verticalement et que l'écart est inférieur à 300 mm (12 po) :
	  • Reliez la charpente du mur inférieur au diaphragme du plancher au-dessus à l'aide de connecteurs d'acier;
	  • À l'aide d'indices comme les entretoises et les solives doubles, déterminez l'emplacement des murs porteurs au-dessus.
	  • Reliez la charpente du mur supérieur au diaphragme du plancher au-dessous à l'aide de connecteurs d'acier.
		p. 108

	• Faites en sorte que les murs du périmètre de la maison soient contreventés horizontalement et qu'ils soient uniformément répartis de manière symétrique (pour plus de détails, voir la rubrique C4 du *Guide*).
	• Veillez à ce que chaque plancher et les murs porteurs de chaque étage soient bien reliés aux éléments se trouvant au-dessus et au-dessous d'eux par l'une des deux méthodes suivantes :
	  • Installez des connecteurs d'acier entre les éléments horizontaux et les éléments verticaux intérieurs des murs périmétriques (là où la charpente intérieure est accessible);
	  • Installez des connecteurs d'acier à la charpente là où celle-ci est exposée (à l'intérieur) ou au parement extérieur.
		p. 108

	• Pour de plus amples renseignements sur les parements intérieurs, voir la rubrique D6.	p. 168

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C5	**POTEAUX**	
C5.1	• Vérifiez l'état du bois des poteaux, et en particulier de ceux qui sont exposés aux intempéries ou sont en contact avec du béton ou le sol. • Déterminez comment les poteaux sont reliés aux structures adjacentes, y compris les lisses d'appui, les diaphragmes des planchers, les solives et les poutres.	• Des poteaux sont souvent utilisés dans les vides sanitaires et les sous-sol pour soutenir le plancher de l'étage supérieur. Ils sont aussi couramment utilisés pour soutenir des terrasses ou des abris à voitures surmontés d'un espace habitable. • Pour évaluer leur état, il faut souvent enlever le parement des poteaux ou des surfaces autour des poteaux.
C6	**COINS**	
C6.1	❑ **Charpente des coins :** • Les coins sont-ils construits comme des murs sans ouvertures ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les murs convergeant vers un coin sont-ils continus depuis les débords de toit à la fondation et exempts de coins en porte-à-faux, de retraits, de saillies ou de fenêtres ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Les coins extérieurs de la maison doivent être formés de murs contreventés horizontalement et solidement reliés aux structures inférieures et supérieures.
C7	**DIAPHRAGMES DES PLANCHERS ET DU TOIT**	
C7.1	❑ **Planchers :** • Comment est le diaphragme des planchers ? Matériaux _____ Matériaux de revêtement _____ Épaisseur des matériaux _____ Clouage des rives à tous les _____ de c. à c. et clouage au centre des panneaux à tous les _____ de c. à c.	• Les planchers des vieilles maisons comportent souvent un sous-plancher (matériau primaire sous le revêtement de sol) fait de planches à rainures et languettes en diagonale, qui présentent une certaine résistance sismique. Les sous-planchers des nouvelles maisons sont habituellement faits de panneaux de contreplaqué ou de fibres orientées, qui offrent une meilleure résistance sismique.
C7.2	❑ **Toit :** • Comment est revêtu le toit ? Matériaux de couverture _____ Matériaux de revêtement _____ Épaisseur des matériaux _____ Clouage des rives à tous les _____ de c. à c. et clouage au centre des panneaux à tous les _____ de c. à c.	• Les planches non jointives se trouvant sous les bardeaux bitumés ou de bois ou les tuiles de terre cuite ou de béton ajoutent peu de résistance sismique au toit. • Les produits de revêtement continus offrent une résistance sismique satisfaisante s'ils sont correctement cloués à la charpente. Ils sont habituellement assez épais et forts, car ils doivent supporter les matériaux de la couverture et les charges dues à la neige et au vent.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Si vous décelez de la pourriture ou des dommages dus aux insectes, vous devez en déterminer la cause et corriger le problème dans le cadre de la réparation des poteaux. • Tout le bois endommagé doit être enlevé. Le bois qui reste et le bois de remplacement doivent être traités à l'aide d'un produit de préservation du bois. • Installez des connecteurs d'acier ouvrés au sommet et à la base des poteaux. Ces connecteurs doivent relier les poteaux directement à la structure portante sans aucun matériau intercalaire.	p. 116
	• Si les coins comportent peu ou pas de murs, consultez un ingénieur de structure. • Ajoutez une structure murale aux coins ou améliorez la charpente existante de manière à accroître le contreventement horizontal. Pour plus de détails sur les méthodes applicables, voir la rubrique C4. • Posez des tirants métalliques pour relier les murs aux planchers et ancrer les poteaux corniers.	p. 118 p. 108
	• Dans le cas d'une vieille maison dont les sous-planchers sont faits de planches en diagonale, voir les recommandations d'amélioration permettant de relier les sous-planchers aux solives de plancher à l'aide de connecteurs métalliques.	p. 122
	• Profitez d'une rénovation ou de l'entretien du toit pour remplacer le revêtement de planches non jointives par des panneaux de contreplaqué (utilisez un treillis d'aération si vous couvrez la toiture de bardeaux bitumés ou de bois). • Clouez les panneaux de revêtement comme il est recommandé pour les murs travaillant en cisaillement. (Voir le motif de clouage à l'Annexe C.) • Si vous envisagez d'améliorer une partie du toit seulement, prolongez le revêtement remplacé jusqu'aux débords de toit pour permettre à la nouvelle structure du toit d'être reliée aux murs porteurs ou aux pignons. • Si l'accès vous le permet, ajoutez des étais entre les chevrons ou fermes du toit et la structure murale portante. Contreventez les murs de pignon.	p. 126

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C7.3	❑ **Grandes ouvertures dans les diaphragmes :** • Hormis les ouvertures régulières pour les escaliers ou d'autres éléments comme les cheminées, les diaphragmes de plancher comportent-ils des ouvertures dont la superficie est supérieure à 1 m² (10 pi²) ? **❑ Non ❑ Oui** Dans l'affirmative, indiquez-en les dimensions et l'emplacement : **Dimensions :** _____ **Emplacement :** _____ **Schéma**	• Les larges ouvertures dans les planchers, comme celles pratiquées pour les cheminées doubles ou les puits de lumière, imposent des efforts au périmètre des ouvertures et aux aires étroites du diaphragme adjacent. 

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Améliorez le contreventement horizontal et vertical autour des ouvertures et des aires adjacentes.	p. 80

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C8	**ASSEMBLAGES STRUCTURAUX**	
C8.1	❑ **Lisse :** • La lisse de bois est-elle pourrie ou endommagée ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les solives du plancher au-dessus du sous-sol s'appuient-elles directement sur le dessus de la fondation ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La lisse de bois actuelle mesure-t-elle au moins 38 mm (1,5 po) d'épaisseur ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Vérifiez si la lisse est sèche, spongieuse ou friable et si le bois comporte de grandes fissures ou entailles. Vérifiez le bois à l'aide d'un pic à glace ou d'un outil analogue. • Les solives de certaines maisons reposent directement sur les murs de fondation. La connexion entre la charpente de la maison et la fondation est cruciale.
C8.2	❑ **Connexion de la lisse à la fondation :** • La lisse est-elle ancrée à la fondation ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, les boulons sont-ils pourvus d'une rondelle et d'un écrou ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les écrous tournent-ils facilement à l'aide d'une clé ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les boulons tournent-ils lorsqu'on leur impose une torsion à l'aide d'une clé ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les boulons ont-ils au moins 12 mm (1/2 po) de diamètre ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les boulons sont-ils enfoncés dans la fondation ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Quel est l'espacement approximatif des boulons ? _____ • Quelle est la distance entre les boulons d'ancrage et les coins des murs ? _____ • Quelle est la distance entre le dernier boulon et l'extrémité de chaque pièce de lisse ? _____	• Il faut absolument des connexions entre la charpente et la fondation à intervalles réguliers. Bon nombre de maisons ont une lisse dont la connexion à la fondation est insuffisante ou inexistante.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Lisse endommagée : • Remplacez les parties pourries ou endommagées de la lisse par une planche neuve mesurant au moins 38 x 140 mm (2 x 6 po) et traitée à l'aide d'un produit de préservation du bois. Déterminez et éliminez la cause des dommages avant d'effectuer les réparations. **Lisse inexistante ou trop mince :** • À l'aide de connecteurs métalliques de solives de plancher, relier chaque solive à la fondation et installez des entretoises entre l'extrémité des solives.	p. 130
	Boulons d'ancrage en nombre insuffisant : • Si la lisse est dépourvue de boulons d'ancrage ou n'en compte pas assez, il faut ajouter des connecteurs. On peut utiliser des boulons à expansion ou des boulons fixés à l'aide de colle époxyde. • Si l'accès à la partie supérieure de la lisse est difficile (entravant ainsi la pose de nouveaux boulons d'ancrage), on peut installer des connecteurs d'acier ouvrés pour relier la charpente à la fondation. **Connexions incomplètes des boulons d'ancrage :** • Assurez-vous que chaque boulon d'ancrage est pourvu d'une rondelle et d'un écrou qui a été serré. • Remplacez les rondelles par des plaques d'appui, qui répartissent les charges sur une plus large surface de la lisse. • **Boulons endommagés ou trop petits :** • Si les boulons existants ont moins de 12,7 mm (1/2 po) de diamètre ou semblent corrodés ou endommagés, remplacez-les par de nouveaux boulons d'ancrage ou des connecteurs ouvrés. **Ajout de boulons d'ancrage :** • Dans les 200 premiers millimètres (8 po) de chaque extrémité de chaque pièce de lisse doit se trouver un boulon d'ancrage. Chaque lisse doit compter au moins deux boulons d'ancrage. • Assurez-vous que les boulons sont espacés d'au plus 2,0 m (6,5 pi) de centre à centre pour une maison à un étage et d'au plus 1,2 m (4 pi) de centre à centre pour une maison à deux étages ou plus. **Lisse inaccessible :** • S'il est impossible d'avoir accès aux boulons d'ancrage (ou aux emplacements éventuels des nouveaux boulons) depuis l'intérieur de la maison, percez le mur extérieur depuis l'extérieur jusqu'au-dessus de la lisse pour examiner et améliorer la connexion de la lisse à la fondation depuis l'extérieur.	p. 132

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C8.3	❑ **Connexion de la lisse à l'ossature de bois :** • Les solives du diaphragme du plancher reposent-elles sur des lisses d'appui en bois ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les patins des murets (ou des colombages) reposent-ils sur des lisses d'appui en bois ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Le diaphragme du plancher est-il relié à la face intérieure des murs de fondation (par des lambourdes) ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	
C8.4	❑ **Connexion aux poteaux :** • Comment le sommet des poteaux est-il relié à la structure ? ❑ Aucune connexion apparente ❑ Cloué directement au béton ou au bois ❑ Cloué à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Boulonné à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Autres (préciser) _____ • Comment la base des poteaux est-elle reliée à la structure ? ❑ Aucune connexion apparente ❑ Clouée directement au béton ou au bois ❑ Clouée à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Boulonnée à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Autres (préciser) _____	• Les connexions entre la charpente et la base ou le sommet des poteaux constituent un point faible crucial qui risque fort de céder au cours d'un séisme.
C8.5	❑ **Connexion des solives aux poutres :** • Comment les solives de plancher sont-elles reliées aux poutres ou aux murs ? ❑ Étriers métalliques ❑ Clous seulement ❑ Blocage et clous ❑ Autres (préciser) _____ • Les solives ayant une portance d'au moins 2,4 m (8 pi) sont-elles pourvues d'étrésillons ou d'entretoises pleines environ à la moitié de leur portance ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain** • Comment les poutres sont-elles reliées à la structure adjacente ? ❑ Étriers métalliques ❑ Clous seulement ❑ Blocage et clous ❑ Autres (préciser) _____	• Un étrier d'acier ouvré à solive typique bien installé peut facilement supporter deux fois plus de charges que les connexions à l'aide de clous et d'entretoises.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Connexion du diaphragme de plancher à la lisse : • Utilisez des connecteurs métalliques en forme de L pour relier les solives de plancher (et la solive de rive ou les entretoises) à la lisse d'appui. On peut utiliser les mêmes connecteurs pour relier les solives aux entretoises et à la solive de rive. **Connexion des murets ou des colombages à la lisse :** • Installez des entretoises de bois additionnelles pour renforcer la connexion entre les poteaux et la lisse. Clouez sur le dessus de la lisse et à l'horizontale les entretoises, dont les dimensions nominales sont identiques à celles des éléments de charpente. • Si l'ajout d'entretoises est insuffisant ou que vous voulez plus de solidité, reliez les poteaux à la lisse à l'aide de connecteurs d'acier ouvrés. • Posez des connecteurs de retenue ouvrés en acier près des coins de la fondation. Ces connecteurs relient, en traversant la lisse, la charpente murale à la fondation à laquelle ils sont boulonnés. **Connexions aux lambourdes :** • Les connexions aux lambourdes sont traitées à la rubrique C8.6.	p. 140 p.150
	Poteau relié à la structure adjacente uniquement à l'aide de clous : • Ajoutez une connexion, soit par le soutien temporaire de la poutre et l'insertion de connecteurs de poteaux en acier, soit par le raccord du poteau à la structure adjacente à l'aide de connecteurs d'acier ouvrés. **Capuchon ou socle d'acier pour poteau cloué ou boulonné à la structure adjacente :** • Vérifiez la façon dont ces connecteurs sont assemblés et leur solidité et, au besoin, améliorez-les pour qu'ils puissent résister aux charges sismiques. **Stabilisation des poteaux :** • Prévoyez stabiliser les poteaux à l'aide d'étais ou de murs contreventés horizontalement.	p. 144
	Solives et poutres exposées : • Profitez de l'occasion pour améliorer les connexions à l'aide d'étriers d'acier ouvrés de poutres et de solives afin d'y relier l'ossature de bois exposée par des travaux de rénovation.	p. 148

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C8.6	❑ **Connexion aux lambourdes :** • Les solives de plancher reposent-elles sur des lambourdes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain** • Comment les lambourdes sont-elles reliées aux murs porteurs ? ❑ Boulons d'ancrage espacés d'environ _____ de c. à c. ❑ Autres (préciser) _____	• Les connexions du diaphragme à la lambourde et de la lambourde à la structure cèdent souvent en cas de fort séisme. • Les lambourdes sont utilisées dans les charpentes contreventées ou à claire-voie typiques des vieilles maisons.
C8.7	❑ **Connexion des diaphragmes de plancher aux murs :** • Les diaphragmes de plancher sont-ils reliés aux murs au-dessus et au-dessous autrement qu'avec des clous ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain**	• Pour assurer une voie d'effort continue dans toute la charpente, les diaphragmes doivent être dûment reliés aux murs porteurs.
C8.8	❑ **Connexion du diaphragme du toit aux murs :** • Comment le diaphragme du toit est-il relié à la charpente des murs au-dessous ? ❑ Étriers métalliques ❑ Clous seulement ❑ Entretoises et clous ❑ Autres (préciser) _____	• Les connexions du diaphragme du toit aux murs porteurs contribuent à unir le haut de la maison et jouent un rôle important dans la création d'une voie continue de transfert des forces sismiques.
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Renforcement des connexions entre les lambourdes et les solives : • Améliorez à l'aide de connecteurs d'acier les connexions entre les solives de plancher et les lambourdes qui les soutiennent. Il s'agit souvent d'une situation analogue à celle des connexions entre les diaphragmes et la lisse d'appui dont il est question à la rubrique C8.3. **Renforcement des connexions entre les lambourdes et les murs :** • Vérifiez si les lambourdes sont bien ancrées aux murs qui les portent. Améliorez à l'aide de boulons d'ancrage additionnels les connexions entre les lambourdes et les murs, comme il est exposé à la rubrique C8.2.	p. 150 p.132 p.140
	Si la charpente extérieure est exposée : • Installez à intervalles réguliers des bandes métalliques sur la charpente extérieure. Les bandes métalliques doivent relier, en passant par le diaphragme de plancher, le mur inférieur au mur supérieur auxquel elles sont clouées. • Si possible, installez des connecteurs de retenue aux coins de la maison pour améliorer le transfert des efforts à ces endroits stratégiques.	p. 152
	• Installez une entretoise continue entre les éléments structuraux du toit sans bloquer l'aération du comble. • Reliez à l'aide de connecteurs d'acier la structure du toit aux sablières doubles des murs porteurs.	p. 154

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D1	**MOBILIER**	
D1.1	❑ **Meubles hauts :** • Quelle pièce renferme des meubles hauts tels que bibliothèques, vaisseliers, commodes-coiffeuses élevées ? _____ • Ces meubles risquent-ils de tomber sur des lits, des canapés ou des chaises ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Tout meuble haut dont la base est étroite tombera au cours d'un séisme. • Il s'avère prudent de prédire sur quoi ces meubles et leur contenu tomberaient.
D2	**APPAREILS MÉNAGERS**	
D2.1	❑ **Appareils de cuisine :** • Le réfrigérateur se trouve-t-il à proximité de chaises, de lieux de travail ou de voies d'issue de secours importantes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Le réfrigérateur se déplace-t-il facilement ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Y a-t-il des appareils au gaz ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, dressez-en la liste : _____	• Les réfrigérateurs présentent un danger en cas de séisme, car ils ont tendance à se déplacer ou à basculer. • Le bris des raccords entre les appareils au gaz et l'alimentation empêchent l'utilisation de ces appareils et peut causer un incendie et une explosion.
D2.2	❑ **Poêles à bois :** • La maison renferme-t-elle des poêles au bois ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, dressez-en la liste : _____	
D2.3	❑ **Climatiseurs :** • A-t-on installé des climatiseurs dans la maison ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, où se trouvent-ils ? _____	• Les climatiseurs sont des appareils très lourds et encombrants et peuvent causer de graves dommages à l'immeuble et des blessures aux occupants au cours d'un séisme.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
1 2 3	Pour chaque élément de la maison, évaluez le risque relatif que présente l'état actuel de cet élément et attribuez-lui un niveau de risque : 1 = perte de biens possible; 2 = perte d'abri possible; 3 = perte de vie possible.	
	• Vissez le haut et les côtés des meubles hauts à la charpente de la maison. • Autant que possible, modifiez la disposition des meubles afin qu'ils ne se renversent pas sur un lit ou un canapé où pourrait se trouver quelqu'un au moment du déclenchement d'un séisme et qu'ils ne bloquent pas les issues de secours.	p. 162
	• Si possible, fixez les gros appareils ménagers aux surfaces adjacentes ou réduisez les risques qu'ils glissent au cours d'un séisme en les plaçant sur des socles antidérapants. • Boulonnez au plancher ou au mur tous les appareils au gaz.	p. 162
	• Boulonnez les tuyaux de poêle à la cheminée. • Vissez ensemble les tuyaux de poêle. • Pour empêcher le poêle de se déplacer, reliez-le au mur à l'aide d'un étai. • Vissez les pattes du poêle à la charpente du bâtiment.	p. 162
	• L'endroit le plus sûr où installer un climatiseur, c'est à l'extérieur de la maison au niveau du sol fini. Les climatiseurs situés dans l'ouverture d'une fenêtre ou sur le toit doivent être fixés à la charpente de la maison. Consultez un ingénieur de structure et l'ingénieur du fabricant du climatiseur.	p. 162

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D3	**ARTICLES ENTREPOSÉS ET EXPOSÉS**	
D3.1	❑ **Articles exposés :** • Y a-t-il des livres lourds sur des étagères hautes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, où se trouvent-ils ? _____	• La chute de livres au cours d'un séisme se produit souvent.
D3.2	❑ **Vaisselle et verrerie :** • Où la vaisselle et la verrerie sont-elles rangées ? _____ • Les armoires où celles-ci sont rangées sont-elles pourvues d'un verrou ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Quelques-unes** Lesquelles ne le sont pas ? _____	• En tombant des armoires de rangement, la vaisselle et la verrerie peuvent s'endommager et blesser les occupants.
D3.3	❑ **Articles exposés :** • Y a-t-il des objets d'arts ou d'autres objets suspendus ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, où se trouvent-ils ? _____	• Portez particulièrement attention aux objets lourds accrochés aux murs et aux tableaux bordés de cadres lourds ou couverts de verre protecteur.

D4	**APPAREILS D'ÉCLAIRAGE ET AUTRES DISPOSITIFS ÉLECTRIQUES**	
D4.1	❑ **Appareils électriques :** • Y a-t-il des lumières sur rail, des ventilateurs ou des lampes à fluorescence montés au plafond ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, dressez-en la liste : _____ • Les plafonniers sont-ils pourvus d'un câble de sécurité ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Lesquels ? _____	• L'alimentation et les appareils électriques peuvent être endommagés par le mouvement de la charpente. • En se détachant de leur support, les appareils électriques peuvent non seulement blesser les occupants, mais encore endommager le filage et déclencher un incendie.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Rangez les livres lourds et autres objects encombrants sur les étagères inférieures. • Empêchez les objets sur les étagères de tomber en installant une barre ou un fil en travers. • Assurez-vous que les étagères sont solidement fixées à la charpente de la maison.	p. 164
	• Installez un verrou qui maintient les portes fermées au cours des séismes (retenez que le contenu des armoires poussera contre les portes au cours d'un séisme). Cette solution peut être appliquée aux conserves.	p. 164
	• Les objets lourds suspendus aux murs doivent être fixés à la charpente de la maison à l'aide de crochets filetés pouvant être vissés dans les poteaux. • Quant aux objets légers, un crochet fixé au mur à l'aide d'un clou suffit à condition d'utiliser un gros crochet et de refermer l'extrémité du crochet sur le fil pour empêcher ce dernier de se dégager en cas de séisme. • Songez à remplacer le verre protégeant les tableaux par du plexi-verre.	p. 164
	• Vérifiez l'état du filage électrique. • Autant que possible, agrafez le filage à la charpente de la maison conformément au Code canadien de l'électricité. • Fixez solidement à la charpente de la maison les ventilateurs de plafond et les plafonniers. Installez un câble de sécurité retenant les appareils électriques pouvant présenter un danger.	p. 164

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D5	**INSTALLATIONS TECHNIQUES ET ÉQUIPEMENT**	
D5.1	❑ **Conduits d'eau :** • Les conduits d'eau sont-ils convenablement supportés dans toute la maison ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• La rupture de conduits d'eau peut causer de graves dommages à l'intérieur de la maison.
D5.2	❑ **Conduits de gaz :** • Les conduits de gaz sont-ils convenablement supportés depuis le point d'entrée et les appareils au gaz ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Si un conduit de gaz d'un appareil se rompt, l'appareil devient inutilisable et une explosion ou un incendie peut se produire.
D5.3	❑ **Conduits d'égout :** • Les conduits d'égout à l'intérieur de la charpente et sous terre sont-ils bien supportés ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• La rupture de conduits d'égout peut causer de graves dommages à l'intérieur de la maison.
D5.4	❑ **Réservoirs d'eau :** • Le réservoir d'eau se trouve-t-il sur une voie d'issue de secours ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Le chauffe-eau est-il attaché à la structure adjacente ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Comment ? _____	• Les réservoirs d'eau sont très vulnérables en cas de séisme. Ils peuvent se déplacer ou tomber à la renverse, ce qui peut rompre des conduits de gaz ou arracher les conduits de gaz ou le filage électrique, d'où une grave menace à la sécurité. **D5.5**
	❑ **Chaudières :** • La fournaise/chaudière est-elle située sur une voie d'issue de secours ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La fournaise/chaudière est-elle attachée à la structure adjacente de manière à résister aux séismes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Comment ? _____	• Les problèmes touchant les chaudières sont généralement très semblables à ceux touchant les chauffe-eau.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Pour de plus amples renseignements sur les services publics raccordés à la maison, voir la Section A, Évaluation de la propriété immobilière.	
	• Les conduits d'eau doivent être fixés à tous les 1,2 m (4 pi). • La fixation peut être réalisée de diverses manières; il peut s'agir d'un trou pratiqué dans un élément de la structure, comme un poteau ou une solive ou d'une bride fixée à un élément de la structure. Pour connaître les règles s'appliquant dans votre localité, consultez les autorités municipales.	p. 166
	• Un raccord souple doit relier l'appareil au point où le conduit rigide d'alimentation est fixé à la charpente. • Les conduits de gaz doivent être fixés à tous les 1,2 m (4 pi). Voir les remarques ci-dessus à propos de la fixation des conduits d'eau.	p. 166
	• Les conduits d'égout doivent être fixés à tous les 1,2 m (4 pi). Voir les remarques ci-dessus à propos de la fixation des conduits d'eau.	p. 166
	• Atténuez les risques en fixant le réservoir au plancher à l'aide de boulons ou en l'attachant à un mur adjacent. • Pour plus de détails sur les méthodes de fixation des réservoirs d'eau, voir l'Annexe C.	p. 168 p. C-20
	• On peut facilement atténuer les risques en fixant les appareils à la charpente du bâtiment et en utilisant des conduits de branchement souples. • À titre d'indication pour ce type d'appareil, voir à l'Annexe C l'explication détaillée des méthodes de fixation des réservoirs d'eau.	p. 168 p. C-20

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D6	**FINITION INTÉRIEURE**	
D6.1	❑ **Plâtre :** • Les murs et les plafonds de plâtre sont-ils en bon état ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans la négative, où sont-ils en mauvais état ? _____	• Les parements de plâtre, et en particulier ceux qui sont en mauvais état, présentent un danger pour les occupants. • Le plâtre des plafonds des locaux techniques et des chambres à coucher à l'étage supérieur est souvent de moindre qualité.
D6.2	❑ **Cloisons sèches :** • Les murs ou les plafonds parés de panneaux de gypse sont-ils en mauvais état ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, où le sont-ils ? _____	• Les cloisons sèches d'une maison dont la charpente n'est pas contreventée pour résister aux séismes sont facilement endommagées par les séismes et peuvent présenter un danger pour les occupants.
D6.3	❑ **Maçonnerie :** • La maison comporte-t-elle des éléments de maçonnerie à l'intérieur, comme un foyer et des murs décoratifs ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, où sont-ils ? _____	• En raison du poids des matériaux, la défaillance d'un élément intérieur de maçonnerie peut causer de graves dommages et blessures ou rendre difficile l'évacuation d'urgence.

D7	**FENÊTRES ET VERRE**	
D7.1	❑ Emplacement des : ❑ fenêtres panoramiques _____ ❑ portes coulissantes vitrées _____ ❑ fenêtres en saillie _____ ❑ rideaux de verre _____ ❑ briques de verre _____	• Les grandes parties vitrées constituent des points faibles dans la charpente de la maison. La concentration des efforts aux coins des fenêtres fait souvent voler le verre en éclats.
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Assurez-vous que le plâtre est en bon état. Vérifiez si le plâtre renferme de longues fissures ou est affaibli par des infiltrations d'eau. • Réparez ou remplacez le plâtre endommagé, surtout s'il se trouve au plafond.	p. 168
	• Inspectez la charpente des cloisons pour déterminer le degré de contreventement horizontal. Si possible, améliorez le contreventement horizontal afin de réduire au minimum les dommages que peuvent causer les secousses sismiques aux cloisons sèches.	p. 168
	• Consultez les méthodes de fixation de la maçonnerie à la charpente traitées à la Section B, Évaluation de l'extérieur.	p.168 p. 70
	• L'effondrement des fenêtres présente un danger si de larges ouvertures ont été pratiquées dans la charpente du bâtiment pour les y installer (effet d'étage mou). Pour de plus amples renseignements sur les ouvertures extérieures, voir la Section B, Évaluation de l'extérieur.	p. 80
	• En remplaçant les vitres par du verre sandwich ou trempé ou en leur ajoutant un film de plastique, on réduit le risque que de larges sections de verre coupant volent de tout côté. • Autour des fenêtres, prévoyez un système de contreventement conçu par un spécialiste et faisant partie de la charpente. Le contreventement autour des fenêtres réachemine les forces sismiques autour des ouvertures et réduit les risques de bris de verre.	p. 170

ANNEXE I

PLAN DIRECTEUR D'AMÉLIORATION PARASISMIQUE

Ces feuilles servent à élaborer un plan pour les améliorations à la maison.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Lisse endommagée : • Remplacez les parties pourries ou endommagées de la lisse par une planche neuve mesurant au moins 38 x 140 mm (2 x 6 po) et traitée à l'aide d'un produit de préservation du bois. Déterminez et éliminez la cause des dommages avant d'effectuer les réparations. **Lisse inexistante ou trop mince :** • À l'aide de connecteurs métalliques de solives de plancher, relier chaque solive à la fondation et installez des entretoises entre l'extrémité des solives.	p. 130
	Boulons d'ancrage en nombre insuffisant : • Si la lisse est dépourvue de boulons d'ancrage ou n'en compte pas assez, il faut ajouter des connecteurs. On peut utiliser des boulons à expansion ou des boulons fixés à l'aide de colle époxyde. • Si l'accès à la partie supérieure de la lisse est difficile (entravant ainsi la pose de nouveaux boulons d'ancrage), on peut installer des connecteurs d'acier ouvrés pour relier la charpente à la fondation. **Connexions incomplètes des boulons d'ancrage :** • Assurez-vous que chaque boulon d'ancrage est pourvu d'une rondelle et d'un écrou qui a été serré. • Remplacez les rondelles par des plaques d'appui, qui répartissent les charges sur une plus large surface de la lisse. • **Boulons endommagés ou trop petits :** • Si les boulons existants ont moins de 12,7 mm (1/2 po) de diamètre ou semblent corrodés ou endommagés, remplacez-les par de nouveaux boulons d'ancrage ou des connecteurs ouvrés. **Ajout de boulons d'ancrage :** • Dans les 200 premiers millimètres (8 po) de chaque extrémité de chaque pièce de lisse doit se trouver un boulon d'ancrage. Chaque lisse doit compter au moins deux boulons d'ancrage. • Assurez-vous que les boulons sont espacés d'au plus 2,0 m (6,5 pi) de centre à centre pour une maison à un étage et d'au plus 1,2 m (4 pi) de centre à centre pour une maison à deux étages ou plus. **Lisse inaccessible :** • S'il est impossible d'avoir accès aux boulons d'ancrage (ou aux emplacements éventuels des nouveaux boulons) depuis l'intérieur de la maison, percez le mur extérieur depuis l'extérieur jusqu'au-dessus de la lisse pour examiner et améliorer la connexion de la lisse à la fondation depuis l'extérieur.	p. 132

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C8.3	❑ **Connexion de la lisse à l'ossature de bois :** • Les solives du diaphragme du plancher reposent-elles sur des lisses d'appui en bois ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Les patins des murets (ou des colombages) reposent-ils sur des lisses d'appui en bois ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Le diaphragme du plancher est-il relié à la face intérieure des murs de fondation (par des lambourdes) ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	
C8.4	❑ **Connexion aux poteaux :** • Comment le sommet des poteaux est-il relié à la structure ? ❑ Aucune connexion apparente ❑ Cloué directement au béton ou au bois ❑ Cloué à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Boulonné à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Autres (préciser) _____ • Comment la base des poteaux est-elle reliée à la structure ? ❑ Aucune connexion apparente ❑ Clouée directement au béton ou au bois ❑ Clouée à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Boulonnée à l'aide d'un capuchon de poteau en acier ❑ Autres (préciser) _____	• Les connexions entre la charpente et la base ou le sommet des poteaux constituent un point faible crucial qui risque fort de céder au cours d'un séisme.
C8.5	❑ **Connexion des solives aux poutres :** • Comment les solives de plancher sont-elles reliées aux poutres ou aux murs ? ❑ Étriers métalliques ❑ Clous seulement ❑ Blocage et clous ❑ Autres (préciser) _____ • Les solives ayant une portance d'au moins 2,4 m (8 pi) sont-elles pourvues d'étrésillons ou d'entretoises pleines environ à la moitié de leur portance ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain** • Comment les poutres sont-elles reliées à la structure adjacente ? ❑ Étriers métalliques ❑ Clous seulement ❑ Blocage et clous ❑ Autres (préciser) _____	• Un étrier d'acier ouvré à solive typique bien installé peut facilement supporter deux fois plus de charges que les connexions à l'aide de clous et d'entretoises.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Connexion du diaphragme de plancher à la lisse : • Utilisez des connecteurs métalliques en forme de L pour relier les solives de plancher (et la solive de rive ou les entretoises) à la lisse d'appui. On peut utiliser les mêmes connecteurs pour relier les solives aux entretoises et à la solive de rive. **Connexion des murets ou des colombages à la lisse :** • Installez des entretoises de bois additionnelles pour renforcer la connexion entre les poteaux et la lisse. Clouez sur le dessus de la lisse et à l'horizontale les entretoises, dont les dimensions nominales sont identiques à celles des éléments de charpente. • Si l'ajout d'entretoises est insuffisant ou que vous voulez plus de solidité, reliez les poteaux à la lisse à l'aide de connecteurs d'acier ouvrés. • Posez des connecteurs de retenue ouvrés en acier près des coins de la fondation. Ces connecteurs relient, en traversant la lisse, la charpente murale à la fondation à laquelle ils sont boulonnés. **Connexions aux lambourdes :** • Les connexions aux lambourdes sont traitées à la rubrique C8.6.	p. 140 p.150
	Poteau relié à la structure adjacente uniquement à l'aide de clous : • Ajoutez une connexion, soit par le soutien temporaire de la poutre et l'insertion de connecteurs de poteaux en acier, soit par le raccord du poteau à la structure adjacente à l'aide de connecteurs d'acier ouvrés. **Capuchon ou socle d'acier pour poteau cloué ou boulonné à la structure adjacente :** • Vérifiez la façon dont ces connecteurs sont assemblés et leur solidité et, au besoin, améliorez-les pour qu'ils puissent résister aux charges sismiques. **Stabilisation des poteaux :** • Prévoyez stabiliser les poteaux à l'aide d'étais ou de murs contreventés horizontalement.	p. 144
	Solives et poutres exposées : • Profitez de l'occasion pour améliorer les connexions à l'aide d'étriers d'acier ouvrés de poutres et de solives afin d'y relier l'ossature de bois exposée par des travaux de rénovation.	p. 148

ÉVALUATION PARASISMIQUE — LISTE DE VÉRIFICATION C ÉVALUATION DE LA STRUCTURE INTÉRIEURE

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
C8.6	❑ **Connexion aux lambourdes :** • Les solives de plancher reposent-elles sur des lambourdes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain** • Comment les lambourdes sont-elles reliées aux murs porteurs ? ❑ Boulons d'ancrage espacés d'environ _____ de c. à c. ❑ Autres (préciser) _____	• Les connexions du diaphragme à la lambourde et de la lambourde à la structure cèdent souvent en cas de fort séisme. • Les lambourdes sont utilisées dans les charpentes contreventées ou à claire-voie typiques des vieilles maisons.
C8.7	❑ **Connexion des diaphragmes de plancher aux murs :** • Les diaphragmes de plancher sont-ils reliés aux murs au-dessus et au-dessous autrement qu'avec des clous ? ❑ **Non** ❑ **Oui** ❑ **Incertain**	• Pour assurer une voie d'effort continue dans toute la charpente, les diaphragmes doivent être dûment reliés aux murs porteurs.
C8.8	❑ **Connexion du diaphragme du toit aux murs :** • Comment le diaphragme du toit est-il relié à la charpente des murs au-dessous ? ❑ Étriers métalliques ❑ Clous seulement ❑ Entretoises et clous ❑ Autres (préciser) _____	• Les connexions du diaphragme du toit aux murs porteurs contribuent à unir le haut de la maison et jouent un rôle important dans la création d'une voie continue de transfert des forces sismiques.
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Renforcement des connexions entre les lambourdes et les solives : • Améliorez à l'aide de connecteurs d'acier les connexions entre les solives de plancher et les lambourdes qui les soutiennent. Il s'agit souvent d'une situation analogue à celle des connexions entre les diaphragmes et la lisse d'appui dont il est question à la rubrique C8.3. **Renforcement des connexions entre les lambourdes et les murs :** • Vérifiez si les lambourdes sont bien ancrées aux murs qui les portent. Améliorez à l'aide de boulons d'ancrage additionnels les connexions entre les lambourdes et les murs, comme il est exposé à la rubrique C8.2.	p. 150 p.132 p.140
	Si la charpente extérieure est exposée : • Installez à intervalles réguliers des bandes métalliques sur la charpente extérieure. Les bandes métalliques doivent relier, en passant par le diaphragme de plancher, le mur inférieur au mur supérieur auxquel elles sont clouées. • Si possible, installez des connecteurs de retenue aux coins de la maison pour améliorer le transfert des efforts à ces endroits stratégiques.	p. 152
	• Installez une entretoise continue entre les éléments structuraux du toit sans bloquer l'aération du comble. • Reliez à l'aide de connecteurs d'acier la structure du toit aux sablières doubles des murs porteurs.	p. 154

ÉVALUATION PARASISMIQUE

LISTE DE VÉRIFICATION D ÉVALUATION DU CONTENU

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D1	**MOBILIER**	
D1.1	❑ **Meubles hauts :** • Quelle pièce renferme des meubles hauts tels que bibliothèques, vaisseliers, commodes-coiffeuses élevées ? _____ • Ces meubles risquent-ils de tomber sur des lits, des canapés ou des chaises ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Tout meuble haut dont la base est étroite tombera au cours d'un séisme. • Il s'avère prudent de prédire sur quoi ces meubles et leur contenu tomberaient.
D2	**APPAREILS MÉNAGERS**	
D2.1	❑ **Appareils de cuisine :** • Le réfrigérateur se trouve-t-il à proximité de chaises, de lieux de travail ou de voies d'issue de secours importantes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Le réfrigérateur se déplace-t-il facilement ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Y a-t-il des appareils au gaz ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, dressez-en la liste : _____	• Les réfrigérateurs présentent un danger en cas de séisme, car ils ont tendance à se déplacer ou à basculer. • Le bris des raccords entre les appareils au gaz et l'alimentation empêchent l'utilisation de ces appareils et peut causer un incendie et une explosion.
D2.2	❑ **Poêles à bois :** • La maison renferme-t-elle des poêles au bois ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, dressez-en la liste : _____	
D2.3	❑ **Climatiseurs :** • A-t-on installé des climatiseurs dans la maison ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Dans l'affirmative, où se trouvent-ils ? _____	• Les climatiseurs sont des appareils très lourds et encombrants et peuvent causer de graves dommages à l'immeuble et des blessures aux occupants au cours d'un séisme.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
1 2 3	Pour chaque élément de la maison, évaluez le risque relatif que présente l'état actuel de cet élément et attribuez-lui un niveau de risque : 1 = perte de biens possible; 2 = perte d'abri possible; 3 = perte de vie possible.	
	• Vissez le haut et les côtés des meubles hauts à la charpente de la maison. • Autant que possible, modifiez la disposition des meubles afin qu'ils ne se renversent pas sur un lit ou un canapé où pourrait se trouver quelqu'un au moment du déclenchement d'un séisme et qu'ils ne bloquent pas les issues de secours.	p. 162
	• Si possible, fixez les gros appareils ménagers aux surfaces adjacentes ou réduisez les risques qu'ils glissent au cours d'un séisme en les plaçant sur des socles antidérapants. • Boulonnez au plancher ou au mur tous les appareils au gaz.	p. 162
	• Boulonnez les tuyaux de poêle à la cheminée. • Vissez ensemble les tuyaux de poêle. • Pour empêcher le poêle de se déplacer, reliez-le au mur à l'aide d'un étai. • Vissez les pattes du poêle à la charpente du bâtiment.	p. 162
	• L'endroit le plus sûr où installer un climatiseur, c'est à l'extérieur de la maison au niveau du sol fini. Les climatiseurs situés dans l'ouverture d'une fenêtre ou sur le toit doivent être fixés à la charpente de la maison. Consultez un ingénieur de structure et l'ingénieur du fabricant du climatiseur.	p. 162

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D3	**ARTICLES ENTREPOSÉS ET EXPOSÉS**	
D3.1	❑ **Articles exposés :** • Y a-t-il des livres lourds sur des étagères hautes ? **❑ Non ❑ Oui** Dans l'affirmative, où se trouvent-ils ? _____	• La chute de livres au cours d'un séisme se produit souvent.
D3.2	❑ **Vaisselle et verrerie :** • Où la vaisselle et la verrerie sont-elles rangées ? _____ • Les armoires où celles-ci sont rangées sont-elles pourvues d'un verrou ? **❑ Non ❑ Oui ❑ Quelques-unes** Lesquelles ne le sont pas ? _____	• En tombant des armoires de rangement, la vaisselle et la verrerie peuvent s'endommager et blesser les occupants.
D3.3	❑ **Articles exposés :** • Y a-t-il des objets d'arts ou d'autres objets suspendus ? **❑ Non ❑ Oui** • Dans l'affirmative, où se trouvent-ils ? _____	• Portez particulièrement attention aux objets lourds accrochés aux murs et aux tableaux bordés de cadres lourds ou couverts de verre protecteur.

D4	**APPAREILS D'ÉCLAIRAGE ET AUTRES DISPOSITIFS ÉLECTRIQUES**	
D4.1	❑ **Appareils électriques :** • Y a-t-il des lumières sur rail, des ventilateurs ou des lampes à fluorescence montés au plafond ? **❑ Non ❑ Oui** Dans l'affirmative, dressez-en la liste : _____ • Les plafonniers sont-ils pourvus d'un câble de sécurité ? **❑ Non ❑ Oui** Lesquels ? _____	• L'alimentation et les appareils électriques peuvent être endommagés par le mouvement de la charpente. • En se détachant de leur support, les appareils électriques peuvent non seulement blesser les occupants, mais encore endommager le filage et déclencher un incendie.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Rangez les livres lourds et autres objects encombrants sur les étagères inférieures. • Empêchez les objets sur les étagères de tomber en installant une barre ou un fil en travers. • Assurez-vous que les étagères sont solidement fixées à la charpente de la maison.	p. 164
	• Installez un verrou qui maintient les portes fermées au cours des séismes (retenez que le contenu des armoires poussera contre les portes au cours d'un séisme). Cette solution peut être appliquée aux conserves.	p. 164
	• Les objets lourds suspendus aux murs doivent être fixés à la charpente de la maison à l'aide de crochets filetés pouvant être vissés dans les poteaux. • Quant aux objets légers, un crochet fixé au mur à l'aide d'un clou suffit à condition d'utiliser un gros crochet et de refermer l'extrémité du crochet sur le fil pour empêcher ce dernier de se dégager en cas de séisme. • Songez à remplacer le verre protégeant les tableaux par du plexi-verre.	p. 164
	• Vérifiez l'état du filage électrique. • Autant que possible, agrafez le filage à la charpente de la maison conformément au Code canadien de l'électricité. • Fixez solidement à la charpente de la maison les ventilateurs de plafond et les plafonniers. Installez un câble de sécurité retenant les appareils électriques pouvant présenter un danger.	p. 164

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D5	**INSTALLATIONS TECHNIQUES ET ÉQUIPEMENT**	
D5.1	❑ **Conduits d'eau :** • Les conduits d'eau sont-ils convenablement supportés dans toute la maison ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• La rupture de conduits d'eau peut causer de graves dommages à l'intérieur de la maison.
D5.2	❑ **Conduits de gaz :** • Les conduits de gaz sont-ils convenablement supportés depuis le point d'entrée et les appareils au gaz ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• Si un conduit de gaz d'un appareil se rompt, l'appareil devient inutilisable et une explosion ou un incendie peut se produire.
D5.3	❑ **Conduits d'égout :** • Les conduits d'égout à l'intérieur de la charpente et sous terre sont-ils bien supportés ? ❑ **Non** ❑ **Oui**	• La rupture de conduits d'égout peut causer de graves dommages à l'intérieur de la maison.
D5.4	❑ **Réservoirs d'eau :** • Le réservoir d'eau se trouve-t-il sur une voie d'issue de secours ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • Le chauffe-eau est-il attaché à la structure adjacente ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Comment ? _____	• Les réservoirs d'eau sont très vulnérables en cas de séisme. Ils peuvent se déplacer ou tomber à la renverse, ce qui peut rompre des conduits de gaz ou arracher les conduits de gaz ou le filage électrique, d'où une grave menace à la sécurité. **D5.5**
	❑ **Chaudières :** • La fournaise/chaudière est-elle située sur une voie d'issue de secours ? ❑ **Non** ❑ **Oui** • La fournaise/chaudière est-elle attachée à la structure adjacente de manière à résister aux séismes ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Comment ? _____	• Les problèmes touchant les chaudières sont généralement très semblables à ceux touchant les chauffe-eau.

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	Pour de plus amples renseignements sur les services publics raccordés à la maison, voir la Section A, Évaluation de la propriété immobilière.	
	• Les conduits d'eau doivent être fixés à tous les 1,2 m (4 pi). • La fixation peut être réalisée de diverses manières; il peut s'agir d'un trou pratiqué dans un élément de la structure, comme un poteau ou une solive ou d'une bride fixée à un élément de la structure. Pour connaître les règles s'appliquant dans votre localité, consultez les autorités municipales.	p. 166
	• Un raccord souple doit relier l'appareil au point où le conduit rigide d'alimentation est fixé à la charpente. • Les conduits de gaz doivent être fixés à tous les 1,2 m (4 pi). Voir les remarques ci-dessus à propos de la fixation des conduits d'eau.	p. 166
	• Les conduits d'égout doivent être fixés à tous les 1,2 m (4 pi). Voir les remarques ci-dessus à propos de la fixation des conduits d'eau.	p. 166
	• Atténuez les risques en fixant le réservoir au plancher à l'aide de boulons ou en l'attachant à un mur adjacent. • Pour plus de détails sur les méthodes de fixation des réservoirs d'eau, voir l'Annexe C.	p. 168 p. C-20
	• On peut facilement atténuer les risques en fixant les appareils à la charpente du bâtiment et en utilisant des conduits de branchement souples. • À titre d'indication pour ce type d'appareil, voir à l'Annexe C l'explication détaillée des méthodes de fixation des réservoirs d'eau.	p. 168 p. C-20

Rubrique	Points à vérifier	Remarques
		Adresse de la propriété : _____
D6	**FINITION INTÉRIEURE**	
D6.1	❑ **Plâtre :** • Les murs et les plafonds de plâtre sont-ils en bon état ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans la négative, où sont-ils en mauvais état ? _____	• Les parements de plâtre, et en particulier ceux qui sont en mauvais état, présentent un danger pour les occupants. • Le plâtre des plafonds des locaux techniques et des chambres à coucher à l'étage supérieur est souvent de moindre qualité.
D6.2	❑ **Cloisons sèches :** • Les murs ou les plafonds parés de panneaux de gypse sont-ils en mauvais état ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, où le sont-ils ? _____	• Les cloisons sèches d'une maison dont la charpente n'est pas contreventée pour résister aux séismes sont facilement endommagées par les séismes et peuvent présenter un danger pour les occupants.
D6.3	❑ **Maçonnerie :** • La maison comporte-t-elle des éléments de maçonnerie à l'intérieur, comme un foyer et des murs décoratifs ? ❑ **Non** ❑ **Oui** Dans l'affirmative, où sont-ils ? _____	• En raison du poids des matériaux, la défaillance d'un élément intérieur de maçonnerie peut causer de graves dommages et blessures ou rendre difficile l'évacuation d'urgence.

D7	**FENÊTRES ET VERRE**	
D7.1	❑ Emplacement des : ❑ fenêtres panoramiques _____ ❑ portes coulissantes vitrées _____ ❑ fenêtres en saillie _____ ❑ rideaux de verre _____ ❑ briques de verre _____	• Les grandes parties vitrées constituent des points faibles dans la charpente de la maison. La concentration des efforts aux coins des fenêtres fait souvent voler le verre en éclats.
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	
	❑ **Autres points :**	

Risque	Recommandations	Renvoi dans le Guide
	• Assurez-vous que le plâtre est en bon état. Vérifiez si le plâtre renferme de longues fissures ou est affaibli par des infiltrations d'eau. • Réparez ou remplacez le plâtre endommagé, surtout s'il se trouve au plafond.	p. 168
	• Inspectez la charpente des cloisons pour déterminer le degré de contreventement horizontal. Si possible, améliorez le contreventement horizontal afin de réduire au minimum les dommages que peuvent causer les secousses sismiques aux cloisons sèches.	p. 168
	• Consultez les méthodes de fixation de la maçonnerie à la charpente traitées à la Section B, Évaluation de l'extérieur.	p.168 p. 70
	• L'effondrement des fenêtres présente un danger si de larges ouvertures ont été pratiquées dans la charpente du bâtiment pour les y installer (effet d'étage mou). Pour de plus amples renseignements sur les ouvertures extérieures, voir la Section B, Évaluation de l'extérieur.	p. 80
	• En remplaçant les vitres par du verre sandwich ou trempé ou en leur ajoutant un film de plastique, on réduit le risque que de larges sections de verre coupant volent de tout côté. • Autour des fenêtres, prévoyez un système de contreventement conçu par un spécialiste et faisant partie de la charpente. Le contreventement autour des fenêtres réachemine les forces sismiques autour des ouvertures et réduit les risques de bris de verre.	p. 170

ANNEXE I

PLAN DIRECTEUR D'AMÉLIORATION PARASISMIQUE

Ces feuilles servent à élaborer un plan pour les améliorations à la maison.

Voici d'autres produits informatifs de la Société canadienne d'hypothèques et de logement :

Guide technique du rénovateur 6994F
Construction de maison à ossature de bois - Canada 5031F
Solutions de construction : Recueil de solutions à l'intention des constructeurs et des rénovateurs 2005F
Glossaire des termes de construction 1166F
Comment se conformer aux exigences de ventilation des bâtiments résidentiels du Code national du bâtiment de 1995 6452F
Capter le soleil : Techniques solaires passives et modèles de maisons 2001F
Éviter les problèmes reliés à l'ossature de bois (vidéo) VF059
Matériaux de construction pour les personnes hypersensibles à l'environnement 6743F

Pour commander une de ces publications ou recevoir un catalogue gratuit, composez le

1 800 668-2642

ou à l'étranger, composez le
613 748-2003

Visitez notre site *Web* : www.cmhc-schl.gc.ca

GUIDE D'AMÉLIORATION DE LA RÉSISTANCE DES HABITATIONS AUX SÉISMES (LNH 6996)

Le *Guide d'amélioration de la résistance des habitations aux séismes* est un ouvrage de référence précieux pour les constructeurs, les architectes et autres spécialistes qui s'intéressent à rendre les maisons plus résistantes aux séismes. C'est aussi un outil essentiel pour les propriétaires-occupants qui désirent améliorer la résistance de leurs maisons aux tremblements de terre dans le cadre d'autres travaux de rénovation.

Le guide se distingue par ses listes de vérification interactives. Celles-ci permettent aux spécialistes en construction d'effectuer une évaluation complète de l'emplacement, de l'extérieur, de la structure et du contenu de l'habitation à rénover. En outre, chaque liste de vérification présente les mesures correctrices préconisées pour les réponses fournies, ainsi que le numéro de la section appropriée du guide qui contient des renseignements détaillés sur le sujet.

Une étude de cas assortie de photographies, de plans d'étage, de listes de vérification et de feuilles d'évaluation des risques guide le lecteur à chaque étape de l'évaluation d'une véritable maison.

De plus, le guide explique, notamment, les répercussions des séismes sur les habitations ainsi que les méthodes de construction pouvant être utilisées à la fois pour les bâtiments neufs et les logements existants. Il fournit en outre une liste de sources d'information et de produits pertinents pour les rénovations parasismiques, une bibliographie et un glossaire de termes techniques.

LNH 6996

6 -26944-2-6996 1

ISBN 0-660-95955-0

9 780660 959559